







ANNALEN

DER

PHYSIK UND CHEMIE.

BAND XXXXIII.

ANNALEN
DER
PHYSIK
UND
CHEMIE.



HERAUSGEGEBEN ZU BERLIN

VON

J. C. POGGENDORFF.

DREI UND VIERZIGSTER BAND.

DER GANZEN FOLGE HUNDERT UND NEUNZEHNTER.

NEBST SECHS KUPFERTAFELN.

LEIPZIG, 1838.
VERLAG VON JOHANN AMBROSIUS BARTH.

ANNALEN

DER

PHYSIK

UND

CHEMIE.

ZWEITE REIHE.

HERAUSGEGEBEN ZU BERLIN

VON

J. C. POGGENDORFF.

DREIZEHNTER BAND.

NEBST SECHS KUPFERTAFELN.

LEIPZIG, 1838.
VERLAG VON JOHANN AMBROSIUS BARTH.



I n h a l t

des Bandes XXXXIII der Annalen der Physik und Chemie.

Erstes Stück.

Seite

I. Beobachtungen über die Passivität des Wismuths; von C. F. Schönbein. 1

II. Einige Bemerkungen über die Erfahrungen Hartley's in Betreff des Eisens; von Demselben. 13

III. Ueber die Polarisation der Wärme; von M. Melloni. (Zweiter Theil.) 18

IV. Temperatur im Bohrloch zu Grenelle. 46

V. Ueber die Erwärmung im Schliefsungsbogen der elektrischen Batterie; von P. Riefs. 47

Einleitung, S. 47. — Das Luftthermometer, S. 49. — Einflufs der Länge des untersuchten Drahts auf seine Erwärmung, S. 53. — Einflufs der Länge des Schliefsungsbogens auf die Erwärmung in demselben, S. 63. — Einflufs der Dicke des Schliefsungsdrahts auf die Erwärmung in demselben, S. 69. — Einflufs der Un-

Seite

terbrechungen im Schliefsungsbogen auf die Erwärmung. Eigenthümlichkeit des Glimmers und Glases. Elektrische Farbenstreifen, S. 77.

VI. Diffusionsversuch. 88

VII. Beobachtungen über das elektromotorische Verhalten einiger Hyperoxyde, des Platins und des Eisens; von C. F. Schönbein. 89

VIII. Notiz über die Passivität des Eisens; von Demselben. 103

IX. Beitrag zur näheren Kenntnifs der Yttererde und deren Verbindungen; von Berlin. 105

X. Ueber Eisenoxyd-Natron und Thonerde-Natron; vom Grafen F. Schaffgotsch. 117

XI. Trennung des Eisenoxyds von der Thonerde; von N. Gräger. 126

XII. Mineralogisch-chemische Notizen über Stilpnomelan, schwefelsaure Thonerde, und schwefelsaures Eisenoxyd; von C. Rammelsberg. 127

XIII. Ueber zwei krystallisirte Verbindungen des kieselsauren Natrons mit Wasser; von F. Fritzsche. 135

XIV. Zersetzung der Chlorüre der alkalischen Erdmetalle durch Glühen an der Luft; von E. Kraus. 138

XV. Ueber den Scheererit von Utznach; von Demselben. . . 141

Zusatz. 146

XVI. Der Edwardsit, ein neues Mineral; von Shepherd. . . 148

XVII. Ueber das Vorkommen des Giesekits und die Identität desselben mit dem Eläolith und Nephelin; von Tamnau. 149

XVIII. Ueber das doppelchromsaure Chromhyperchlorid; von Ph. Walter. 154

XIX. Chemische Untersuchung des chinesischen und javanischen Thees; von G. J. Mulder. 161

XX. Ueber das Atomgewicht des Theïns; von Demselben. 180

XXI. Modification der Argand'schen und der gewöhnlichen Weingeistlampe; von J. B. Batka. 183

XXII. Notiz über verschiedene elektrische Erscheinungen; von Sellier. 187

Seite

XXIII. Ueber die Lappländische Tundra; von K. E. v. Baer. 188

XXIV. Ueber die Bodentemperatur von Jakutsk. Aus einem Schreiben an Hrn. A. v. Humboldt von Demselben. 191

XXV. Zu- und Aufgang des Hudsonflusses bei Albany im Staat New-York nach 19jährigen Beobachtungen. 192

Zweites Stück

I. Untersuchungen über Elektricität, mit besonderer Rücksicht auf die Theorie der galvanischen Kette; von P. S. Munck af Rosenschöld. 193

1) Ueber Jäger's trockne Säule, S. 193. — 2) Ueber die durch die elektrischen Ströme hervorgebrachten Ladungserscheinungen. *A.* Allgemeine Ansichten von Ladung, S. 207.

II. Versuche über die Anwendung von Kupfervitriollösung und Eisenplatten zu Volta'schen Batterien; von A. Fyfe. . . 228

III. Neue Beobachtungen über Volta'sche Ströme, erregt durch chemische Tendenzen; von C. F. Schönbein. 229

IV. Ueber die Natur der in geschliffenen Diamanten beobachteten Linien und deren Wirkung bei Linsen aus solchen Diamanten; von Trécourt und Oberhäuser 242

V. Beiträge zur Krystallographie; von C. F. Naumann. . . 243

VI. Ueber die Polarisation der Wärme; von M. Melloni. (Schluſs.) 257

VII. Ueber eine besondere Klasse von Beugungserscheinungen; von K. W. Knochenhauer. 286

VIII. Resultate der in der letzten Hälfte des J. 1837 zu Mailand angestellten magnetischen Beobachtungen. Schreiben an Hrn. A. v. Humboldt von Kreil. 292

IX. Notiz über einen neuen, durch Einfluſs des Erdmagnetismus wirksamen elektro-dynamischen Apparat; von A. v. Kramer. 304

Seite

X. Ueber das Vermögen gewisser Flammen und heifser Luft zur Elektricitätsleitung; von Th. Andrews. 310
Peltier's Beobachtungen über die Wärmewirkung des Volta'schen Stroms auf einen aus heterogenen Metallen zusammengesetzten Bogen, S. 324.

XI. Ueber den Nutzen der Kammersäule; von M. H. Jacobi. 328

XII. Ueber das Klima von Nowaja-Semlja; von K. E. v. Baer. 336
Mittlere Temperatur, S. 340. — Jährlicher Temperaturgang, S. 344. — Täglicher, S. 352. — Täglicher Temperaturgang in Boothia, S. 357.

XIII. Boden-Eis in Nordamerika. 360

XIV. Ueber das Sinken der Dalmatischen Küsten; von G. A. Klöden. 361

XV. Ueber die Zusammensetzung des Bienenwachses; von H. Hefs. 382

XVI. Unterscheidung des Arsenik- und Antimon-Wasserstoffgases; von C. Marx. 390

XVII. Einige Bemerkungen über den vegetabilischen Faserstoff und sein Verhältnifs zum Stärkmehl; von M. J. Schleiden. 391

XVIII. Ueber die Substanzen, welche mit den Namen Haarsalz und Federalaun bezeichnet wurden, von C. Rammelsberg. 399

XIX. Ueber das Sabadillin; von E. Simon. 403

XX. Ueber die Wirkung des Emulsins verschiedener Saamen auf das Amygdalin; von Demselben 404

XXI. Ueber das Ertönen des Zinks bei Temperaturveränderungen; von F. Strehlke. 405

XXII. Beobachtung über das Befrieren der Fensterscheiben; von F. C. Henrici. 407

XXIII. Notizen. — 1) Wärme-Erzeugung in einem starren Körper durch Erkältung, S. 410. — 2) Ton-Erregung durch den elektrischen Strom, S. 411. — 3) Stellvertreter der Froschschenkel, S. 412. — 4) Elektrische Seiten-Entladung, S. 412. — 5) Bussole, nicht Boussole, S. 413. — 6) Künstlich

Seite

gebildete Kryställe aus auflöslichen Substanzen, S. 414. — 7) Auffindung von Steinsalz in der Schweiz, S. 416. — 8) Das Todesthal in Java, S. 417. — 9) Bimsstein auf offnem Meere, S. 418. — 10) Submarine Temperatur, S. 419. — 11) Merkwürdige Nebelstreifen, S. 419. — 12) Schneefall in Canton, S. 419. — 13) Regen ohne Wolken, S. 420. — 14) Neuer Regenmesser, S. 421. — 15) Regenmenge zu York in verschiedener Höhe über dem Boden, S. 422. — 16) Monatliche Mitteltemperatur zu Key-West, S. 424. — 17) Monatliche Regenmenge daselbst, S. 425. — 18) Monatliche Regenmenge zu New-Orleans, S. 426. — 19) Monatlicher Stand des Missisipi, S. 426. — 20) Zu- und Aufgang der Newa bei St. Petersburg von 1718 bis 1833, S. 426. — 21) Heifse Quellen in der Berberei, S. 430. — 22) Submarine Eruption, S. 431. — 23) Reagenz auf Zucker im Harn, S. 432.

Drittes Stück.

I. Einige Versuche zur Theorie des Galvanismus; von G. Th. Fechner. 433

II. Untersuchungen über Elektricität, mit besonderer Rücksicht auf die Theorie der galvanischen Kette; von P. S. Munck af Rosenschöld. (Schlufs.) 440

B. Ueber die bei geschlossenen galvanischen Ketten eintretenden Ladungserscheinungen, S. 440. — 1) Ladungserscheinungen bei trocknen Säulen, S. 445. — 2) Ladungserscheinungen bei gewöhnlichen nassen Ketten, S. 459.

III. Das Inductions-Inklinatorium; von Wilhelm Weber. 493

IV. Magneto-elektrischer Apparat zur Hervorbringung inducirter Ströme gleicher Intensität in von einander vollkommen getrennten Drähten; von H. W. Dove. 511

Seite

V. Ueber Biot's Behauptung, Galilaei sey der erste Entdecker der Klangfiguren; von F. Strehlke 521
VI. Ueber Grundeisbildung; von F. Mohr 527
VII. Ueber Blitze ohne Donner; von Reichenbach 531
VIII. Untersuchung über die auf den Felsen Skandinaviens in bestimmter Richtung vorhandenen Furchen und deren wahrscheinliche Entstehung; von N. G. Sefström 533
IX. Bemerkungen zu vorstehendem Aufsatz; von Leopold v. Buch 567
X. Ueber die Hochebene von Bogota; von Alexander v. Humboldt 570
XI. Ueber die Bestimmung des Wasserstoffs bei der Analyse organischer Substanzen; von H. Hefs 577
XII. Ueber eine neue Eigenschaft des Bleis in Berührung mit Metallen und Schwefelsäure, von F. F. Runge 581
XIII. Ueber eine neue basisch schwefelsaure Thonerde; von C. Rammelsberg 583
XIV. Ueber das Verhalten der nicht flüchtigen organischen Säuren gegen Auflösungen von Eisenoxyd und Kaliumeisencyanür; von H. Rose 585
XV. Ueber die von Hrn. Prof. Strehlke gemachte Bemerkung rücksichtlich des Coëfficienten der Luftausdehnung. Schreiben an den Herausgeber von F. Rudberg 587
XVI. Ueber zwei neue Kobalt-Mineralien von Skutterud in Norwegen. Aus einem Briefe von F. Wöhler 591

Viertes Stück.

I. Untersuchungen über den Holzgeist; von S. Weidemann und E. Schweizer 593
II. Ueber die chemische Zusammensetzung der menschlichen Lymphe; von R. F. Marchand und C. Colberg . . . 625

Seite

III. Chemische Untersuchung des chinesischen und javanischen Thees; von G. J. Mulder. (Schlufs.) 632

IV. Ueber das Sulfosinapisin des weifsen Senfs und über das Sinapin des schwarzen Senfs; von E. Simon. 651

V. Vermischte Notizen physikalisch-chemischen Inhalts; von R. Böttger. 655

1) Wodurch läfst sich beweisen, dafs das beim Aneinanderschlagen zweier Feuersteine entstehende Licht elektrischer Natur ist? S. 655. — 2) Einfaches Mittel, krystallisirte Traubensäure von der Weinsäure auch hinsichtlich ihres thermo-elektrischen Verhaltens zu unterscheiden, S. 659. — 3) Auf welchem Wege lassen sich höchst glänzende Lichterscheinungen bei der Vereinigung gewisser Metalle mit Chlor hervorrufen, S. 660.

VI. Ueber die Verbindungen des Jodzinks mit alkalischen Jodüren; von C. Rammelsberg. 665

VII. Untersuchung eines Olivins aus dem Ameralik-Fiorde in Grönland; von C. T. Lappe. 669

VIII. Bemerkungen über das Mineralwasser von Franzensbrunnen bei Eger. 672

Nachweis zu den Kupfertafeln.

Taf. I. Fritzsche. Fig. 1—4, S. 136. — Batka. Fig. 5 und 6, S. 184.; Fig. 7, S. 186. — Knox. Fig. 8, S. 421. — Hopkins. Fig. 9—11 im nächsten Bande.

Taf. II. **Tamnau**, S. 149.
Taf. III. **Knochenhauer**. Fig. 1, S. 288. — **Kramer**, Fig. 2—4, S. 305 und 307. — **Strehlke**, Fig. 5, S. 406.
Taf. IV. **Peltier**. Fig. 1, S. 327. — **Jacobi**. Fig. 2, S. 339. —
Taf. V. **Sefström**, S. 543.
Taf. VI. **Weber**. Fig. 1, S. 495; Fig. 2, S. 505. — **Dove**. Fig. 3 und 4, S. 512. — **Becquerel**. Fig. 5 im nächsten Bande.

1838. ANNALEN *No.* 1.
DER PHYSIK UND CHEMIE.
BAND XXXXIII.

I. *Beobachtungen über die Passivität des Wismuthes; von* L. F. Schönbein.

In einer Reihe von Abhandlungen habe ich im Laufe der beiden letzten Jahre die Resultate meiner Untersuchungen über das Verhalten des Eisens zum Sauerstoff, theils durch die Annalen und einige auswärtige naturwissenschaftliche Zeitschriften, theils auch in einem eigenen Werkchen [1]), bekannt gemacht. Wenn es mir nun auch nicht gelungen zu seyn scheint, die Aufmerksamkeit meiner gelehrten Landsleute auf diesen, in theoretischer wie in praktischer Hinsicht gewifs nicht uninteressanten Gegenstand in dem Grade hinzulenken, dafs sie denselben selbst weiter verfolgt und bearbeitet hätten, so ist mir doch die Genugthuung geworden, dafs diefs von einigen ausgezeichneten Naturforschern des Auslandes geschehen ist, und namentlich Faraday und Berzelius die theoretische Wichtigkeit meiner Beobachtungen anerkannt haben. Wie ich aus einer kurzen Notiz ersehe, welche das letzte Heft der *Biblioth. univ.* enthält, sind in der chemischen Section der diefsjährigen Versammlung der britischen Naturforscher in Liverpool die Passivitätserscheinungen Gegenstand der Besprechung gewesen, und neue interessante Beobachtungen darüber von Dr. Andrews und Hrn. Hartley mitgetheilt worden.

Das Wenige, was die Genfer Zeitschrift über den Vortrag des Dubliner Naturforschers veröffentlicht, hat mich veranlafst, das Verhalten des Wismuthes zur Salpetersäure, wie überhaupt die elektrochemischen Beziehungen dieses Metalles zum Sauerstoff durch eine Reihe von Versuchen näher zu prüfen, um zu ermitteln, ob

1) Das Verhalten des Eisens zum Sauerstoff; Basel 1837.

die Passivität des Eisens und diejenige des Wismuthes Erscheinungen derselben Art sind, auf der gleichen Ursache beruhen.

Zunächst bemerke ich, dafs ich die Angabe Andrew's vollkommen richtig gefunden habe, gemäfs welcher nämlich Wismuth durch voltaische Combination mit Platin in einen solchen Zustand versetzt werden kann, dafs es von Salpetersäure von 1,4 spec. Gew. nicht mehr merklich angegriffen wird, während es eine bekannte Thatsache ist, dafs unter den gewöhnlichen Umständen eine Säure von der angegebenen Stärke besagtes Metall mit grofser Lebhaftigkeit oxydirt und auflöst. Um in dem Wismuth diesen Zustand chemischer Unthätigkeit hervorzurufen, braucht man dasselbe nur mit Platin innerhalb der Säure in innige Berührung zu bringen. Es tritt jedoch derselbe nach meinen Erfahrungen nicht augenblicklich ein, wie diefs mit dem Eisen der Fall ist, das sich in voltaischer Combination mit Platin befindet, sondern es dauert eine lebhafte chemische Thätigkeit zwischen Wismuth und Salpetersäure einige Zeit fort, auf welche Weise man auch die sich berührenden Metalle in letztere bringen mag. An dem Aufhören der Gasentwicklung und dem Glänzendwerden des eintauchenden Wismuthes erkennt man, dafs das Maximum der schützenden Wirkung des Platins auf ersteres Metall eingetreten ist, und man kann nun, nachdem ein solcher Zustand hervorgerufen, das Platin von dem Wismuth entfernen, ohne dafs dieses wieder in der Salpetersäure zu rascher chemischer Thätigkeit gelangt.

Es ist vielleicht hier der geeignete Ort für die Bemerkung, dafs die salpetrichte Säure (salpetrichte Salpetersäure) das Wismuth nicht nur nicht angreift, sondern dafs dieses Metall, wenn man es nur einige Augenblicke in letztgenannte Säure eingetaucht hat, in Salpetersäure von 1,4 gebracht werden kann, ohne von dieser stärker afficirt zu werden, als diefs in dem Falle

geschieht, wo das Wismuth durch Platin passivirt worden ist. Rauchende Salpetersäure von 1,5 wirkt zwar auch nicht merklich auf das Wismuth, allein wenn man dasselbe aus dieser Säure in eine von 1,4 bringt, so wird es gerade so angegriffen, als befände es sich in seinem natürlichen Zustande.

Ob nun gleich die Art der Erregung der Passivität des Wismuthes gegen die Salpetersäure (vermittelst voltaischer Combination), die gröſste Aehnlichkeit hat mit derjenigen, welche das Eisen in einen gleichen Zustand gegen die nämliche Säure versetzt, so zeigt sich doch bei genauerer Untersuchung der Sache eine ziemlich groſse Verschiedenheit zwischen dem Verhalten beider Metalle, und es dürfte vielleicht aus den Thatsachen, von denen sogleich die Rede seyn wird, unter andern Folgerungen auch diejenige sich ziehen lassen, daſs die Passivität des Wismuthes auf eine andere Weise erregt wird, als die des Eisens, oder vielmehr, daſs die eigenthümlichen Zustände beider Metalle keine idente, sondern nur ähnliche Wirkungen verschiedener Ursachen sind. Dem Augenschein nach wird das Wismuth durch die Berührung mit Platin vollkommen chemisch indifferent gegen Salpetersäure von 1,4 gemacht; denn man bemerkt an jenem Metalle, wenn dessen Passivität eingetreten ist, durchaus keine Entwicklung von Stickoxydgas mehr, und seine Oberfläche erscheint vollkommen metallisch. Es läſst sich aber auf verschiedene Weisen zeigen, daſs die chemische Thätigkeit zwischen Säure und Metall nichts desto weniger ununterbrochen fortdauert, daſs also die Passivirung des Wismuthes nicht in einer gänzlichen Aufhebung, sondern nur in einer starken Verminderung der chemischen Action beider Stoffe auf einander besteht. Wie ich in früheren Abhandlungen schon dargethan habe, verhält sich in dieser Beziehung das Eisen auf eine ganz andere Art, denn es läſst sich dieses Metall absolut indifferent gegen Salpetersäure machen.

Die Thatsachen, welche die Fortdauer der chemischen Thätigkeit zwischen dem passivirten Wismuth und der Salpetersäure beweisen, sind folgende.

Setzt man das eine Ende des Galvanometerdrahtes mit dem besagten in die Säure eintauchenden Metall in Verbindung, und führt hierauf das andere Ende des gleichen Drahtes in die saure Flüssigkeit ein, so wird die Nadel des Instruments heftig bewegt, und es ergiebt sich aus der Richtung des unter diesen Umständen auftretenden Stroms, daſs das Wismuth das sogenannte positive Element der Kette und folglich in Oxydation begriffen ist. Wie oft nun auch diese Kette geschlossen werden mag, immer zeigt sich ein Strom von gleichbleibender Richtung, was die Fortdauer besagter chemischer Action auſser Zweifel stellt.

Macht man mit Eisen denselben Versuch, so zeigt sich, meinen Erfahrungen zufolge, ein Strom nur in dem Augenblick, wo die Passivirung des Metalls erfolgt, d. h. in dem Augenblicke des Eintauchens desselben in die Säure. Passives Eisen, auf welche Art es auch mit Platin combinirt seyn mag, veranlaſst innerhalb der Salpetersäure auch nicht den allerschwächsten Strom, was als Beweis für die vollkommene Abwesenheit chemischer Thätigkeit auf Seite des Eisens gelten muſs [1]).

Das verschiedenartige Verhalten des letzteren Metalls und des Wismuths unter den so eben angeführten Umständen würde allein schon hinreichen, die Richtigkeit der weiter oben ausgesprochenen Behauptung darzuthun; ich will jedoch noch einige weitere thatsächlichen Beweise dafür anführen, daſs zwischen dem passiven Wismuth und der Salpetersäure nicht alle chemische Reaction aufgehoben ist.

Nach Herschel's und meinen eigenen Erfahrungen wird passives Eisen in Salpetersäure immer thätig, wenn man dasselbe mit einem in chemischer Thätigkeit

1) Siehe in meinem Werkchen das Kapitel: Giebt es Contactelektricität?

begriffenen Metall irgend einer Art berührt. Setzt man nun mit möglichst stark passivirtem Wismuth passives Eisen in Berührung, so geräth letzteres in chemische Thätigkeit, zum Beweise, dafs ersteres Metall in einem gleichen Zustande sich befindet. Die Fortdauer der chemischen Thätigkeit des scheinbar ganz passiven Wismuths erhellt ferner aus der Thatsache, dafs fortwährend von ihm Streifen abwärts sich senken, dafs das Metall nach einiger Zeit mit einer grünblauen Flüssigkeitsschicht (salpetrichte Säure) sich umgeben zeigt, und endlich, dafs Salpetersäure, in welche man bereits passivirtes Wismuth bringt, um so mehr Wismuthnitrat enthält, je länger dieses Metall in derselben gelegen hat. Alle diese Erscheinungen zeigen sich am Eisen nicht, und es ergiebt sich somit aus den vorangeschickten Angaben als allgemeines Resultat, dafs das Wismuth von ersterem Metall darin sich unterscheidet, dafs in ihm (dem Wismuth) durch voltaische Combination mit Platin die chemische Affinität zu dem Sauerstoff der Salpetersäure nur geschwächt, nicht aber gänzlich aufgehoben werden kann.

Wie ich sowohl in meinen durch die Annalen bekannt gemachten Aufsätzen, als in dem vor kurzem erschienenen Werkchen: »Das Verhalten des Eisens zum Sauerstoff«, umständlich nachgewiesen habe, läfst sich in diesem Metalle die Passivität auf sehr verschiedenen Wegen hervorrufen. Ich habe namentlich gezeigt, dafs unter allen, das Eisen gegen die Einwirkung des Sauerstoffs schützenden Substanzen das braune Bleihyperoxyd den höchsten Grad von Wirksamkeit besitzt, und es alle sogenannten negativen Metalle in dieser Beziehung bei weitem übertrifft. Auf jede nur immer mögliche Weise verband ich bereits dieses Oxyd mit dem Wismuth, aber immer verhielt sich letzteres gegen Salpetersäure von 1,4 gerade so, wie wenn es in dieselbe ohne irgend eine voltaische Combination gebracht worden wäre. Ich mufs indessen bei diesem Anlafs ausdrücklich bemerken, dafs

Bleihyperoxyd mit dem Wismuth in keine so innige directe Berührung sich bringen läfst, als mit dem Eisen, aus dem einfachen Grunde, weil jenes Metall an ihm die Erzeugung des besagten Oxydes auf elektro-chemischem Wege nicht gestattet, wie das Eisen oder Platin. Ich überzog daher zuerst das erstere der letztgenannten Metalle (in Drahtform) mit Bleihyperoxyd, indem ich dasselbe als positiven Pol einer Säule in eine Auflösung von essigsaurem Bleioxyd einige Minuten lang eintauchen liefs [1]), und brachte dann mit diesem Drahte auf eine geeignete Weise das Wismuth in Verbindung. Da nun ein gewöhnlicher Eisendraht, verbunden mit einem auf die so eben beschriebene Weise mit Bleihyperoxyd bedeckten Drahte des gleichen Metalles, vollkommen passiv sich verhält gegen Salpetersäure von beliebigem Concentrationsgrade, das heifst gerade so, als wenn mit ersterem Drahte das Hyperoxyd unmittelbar verbunden wäre, so erhellt hieraus, dafs die gedachte indirecte Combinationsweise des Wismuths mit dem Oxyd einer directen gleich zu setzen ist. Und doch läfst sich, wie bereits bemerkt worden, auf diesem Wege die Passivität in dem Metalle nicht hervorrufen, und es zeigt sich also auch in diesem Umstande wieder ein sehr wesentlicher Unterschied zwischen dem Eisen und Wismuth.

Das wichtigste Resultat, welches ich aus meinen bisherigen Untersuchungen über das elektro-chemische Verhalten des Eisens erhalten habe, ist die Ermittlung der Thatsache, dafs dieses Metall, unter gegebenen Umständen als positiver Pol einer Säule functionirend, nicht nur gegen die Salpetersäure chemisch indifferent sich verhält, sondern dafs dasselbe auch den an ihm durch den elektrischen Strom ausgeschiedenen Sauerstoff eben so frei an sich auftreten läfst, als diefs das Gold oder Platin gestattet [2]).

1) Siehe Annalen, S. 621—22. in No. 4. u. S. 44. in No. 5. 1837.
2) Ebendas. S. 590—93. in No. 4. u. S. 492—98. in No. 7. 1836.

Wismuth nun verhält sich unter den gleichen Umständen durchaus verschieden von dem Eisen; denn nicht nur wird ersteres als positiver Pol einer Säule von der Salpetersäure sehr lebhaft angegriffen, sondern es verbindet sich auch ganz so, wie es die jetzige Theorie verlangt, mit dem Sauerstoff, der sich aus der zwischen den Elektroden liegenden und den Strom leitenden Flüssigkeit ausscheidet, auf welche Weise man auch die Säule schliefsen mag. Diese Thatsache ist es nun vorzugsweise, welche mich geneigt macht, zu glauben, dafs die Passivität des Eisens und diejenige des Wismuths nur äufserlich ähnliche, nicht aber idente Zustände oder Wirkungen der gleichen Ursache seyn möchten.

Würde eine solche Ansicht die richtige seyn, so folgte freilich daraus, dafs der schützende Einflufs, den das Platin auf das Wismuth ausübt, ein ganz specifischer und namentlich unabhängig wäre von dem elektrischen Strome, welcher bei der innerhalb der Säure stattfindenden Berührung beider Metalle entsteht. Ich mufs es gestehen, dafs ich eine derartige Folgerung möglichst gern vermeiden, und die Passivitätserscheinungen am Wismuth als Wirkungen eines voltaischen Stroms betrachten möchte, wie ich diefs in Beziehung auf das eigenthümliche Verhalten des Eisens darzuthun mich bemüht habe. Allein, wie schon bemerkt, gestatten die Resultate meiner Untersuchungen über das Wismuth eine solche Gleichstellung der Fälle nicht.

Auf welche Weise möchte nun aber wohl das Platin die merkwürdige Veränderung des Verhaltens des Wismuths gegen die Salpetersäure veranlassen? Ich weifs hierauf eben so wenig zu antworten, als auf die Frage, warum das Eisen seine Verwandtschaft zum Sauerstoff nicht äufsert, während dieses Metall als positiver Pol einer geschlossenen Säule dient. Allein da man in neuester Zeit viel von einer *action de présence*, von einer katalytischen Kraft spricht, und dieselbe schon eine ziem-

lich bedeutende Rolle in der Chemie spielen läfst, so wird es mir wohl auch erlaubt seyn, den Gedanken auszusprechen, dafs das Platin unter gegebenen Umständen auch eine solche *action de présence* ausüben möchte, deren Wirkung darin bestände, die gewöhnlichen Affinitätsverhältnisse eines Stoffs zu einem andern zu modificiren, z. B. also deren gegenseitige Verwandtschaft zu einander entweder zu schwächen oder gänzlich aufzuheben. Eben so gut, als man jetzt der Schwefelsäure das Vermögen zuschreibt, durch blofse Gegenwart den Weingeist in Wasser und Aether umzusetzen, manchen Metallen, das Wasserhyperoxyd in Sauerstoff und Wasser zu zerlegen u. dergl., eben so gut könnte man auch dem Platin die Kraft beilegen, die Affinität des von ihm berührten Wismuths zum Sauerstoff der Salpetersäure zu schwächen, oder, wenn man lieber will, die Verwandtschaft des Stickstoffs zum Sauerstoff zu vermehren. Ja, es läfst sich denken, dafs selbst die chemische Indifferenz des Eisens auf einem ähnlichen Grunde beruhte, und also alle bis jetzt beobachteten Passivitätserscheinungen durch eine *action de présence* bedingt wären.

Durch Aufstellung derartiger Hypothesen fördert man aber nach meiner Ansicht die Wissenschaft nicht, denn dieselben sind bis jetzt wenigstens doch wohl nicht viel mehr als Masken, mit denen wir unsere Unwissenheit zu bedecken suchen, als Eselsbrücken, von denen wir Gebrauch machen, wenn uns die geltenden Theorien im Stiche lassen, und wir Wirkungen wahrnehmen, welche den von uns angenommenen Kräften nicht adäquat sind. Besser wäre es daher wohl, um über diesen Gegenstand noch ein Wort zu sagen, wenn wir geradezu erklärten: Wir wissen durchaus nicht, warum z. B. bei Gegenwart von Schwefelsäure der Weingeist in Wasser und Aether zerfällt, als dafs wir von einer katalytischen Kraft als der Ursache dieser Zersetzung sprächen; denn offenbar wird durch eine solche Annahme die fragliche Erschei-

nung nicht verständlicher, noch weniger aber erklärt. Ich lege daher auch auf meinen oben geäufserten Gedanken hinsichtlich einer eigenthümlichen Wirkungsweise des Platins auf das Wismuth keinen besonderen Werth.

Noch mufs ich einiger von mir beobachteten Erscheinungen gedenken, welche sich auf die Passivität des Wismuths beziehen, und die ihrer Sonderbarkeit wegen einige Aufmerksamkeit verdienen. Nachdem durch die Vermittlung des Platins das Wismuth gegen die Salpetersäure von 1,4 möglichst unthätig gemacht, und die Berührung zwischen beiden Metallen aufgehoben worden ist, so überzieht sich das metallisch-glänzende positive Wismuth mit einer schwärzlichen Hülle, welche aber in kurzer Zeit von selbst wieder verschwindet. Das Metall bleibt nun glänzend; setzt man aber dasselbe aufs Neue in Berührung mit Platin, und entfernt abermals das letzte Metall von dem erstern, so tritt der vorhin erwähnte schwarze Ueberzug wieder am Wismuth auf, um ebenfalls wieder zu verschwinden. Dieser Wechsel der Zustände an der Oberfläche des letztgenannten Metalls findet eben so oft statt, als die Herstellung und Aufhebung des Contactes zwischen Platin und Wismuth innerhalb der Salpetersäure.

Ich habe nun ausgemittelt, dafs Wismuth, wenn es mit der fraglichen schwarzen Hülle umgeben, etwas stärker von der Salpetersäure angegriffen wird, als diefs geschieht, wenn das Metall eine glänzende Oberfläche zeigt. Da nun Platin, indem es Wismuth berührt, die chemische Thätigkeit dieses Metalls auf eine sehr auffallende Weise schwächt, und in Folge hiervon auch das Verschwinden des schwarzen Ueberzuges augenblicklich bewirkt, so mufs das Wiederauftreten des Letztern unter den vorhin genannten Umständen nicht wenig überraschen; denn man sollte glauben, dafs durch die Berührung des Platins keine Vermehrung der chemischen Thätigkeit in dem Wismuthe veranlafst werden sollte. Allerdings tritt die Steigerung

dieser Thätigkeit nicht während des Contactes beider Metalle ein, sondern erst nach dessen Aufhebung; nichts desto weniger erscheint aber doch diese Berührung als die nächste Ursache der erwähnten Erscheinung, denn es läfst sich durchaus nicht einsehen, wie der blofse Act des Entfernens beider Metalle von einander die chemische Thätigkeit des Wismuths vermehren sollte.

Ein anderer erwähnenswerther Umstand ist, dafs man den schwarzen Ueberzug auf dem Wismuth hervorrufen kann durch mechanische Mittel, nämlich entweder dadurch, dafs man das passive Metall in der Säure (vermittelst eines Glasstabes) herumbewegt, oder dafs man die Säure um das Wismuth sich bewegen läfst. Es verschwindet indessen aber auch die auf diese Weise erzeugte schwarze Substanz wieder von selbst. Da nun immer das Auftreten der Letztern, wie vorhin bemerkt worden, eine Folge vermehrter chemischer Thätigkeit des Wismuths ist, und, den eben gemachten Angaben zufolge, ein solches Resultat durch blofse mechanische Mittel erhalten werden kann, so erinnert dieser Umstand an die von mir beobachtete Thatsache, dafs passives Eisen durch Erschütterung wieder activ wird. Es zeigt sich jedoch bei näherer Vergleichung des Verhaltens beider Metalle gegen Salpetersäure der bedeutende Unterschied, dafs passives Eisen durch blofses Bewegtwerden in dieser Säure nicht zur chemischen Thätigkeit bestimmt wird. Vielleicht findet die fragliche Erscheinung ihre Erklärung ganz einfach darin, dafs durch die Bewegung eine an dem Wismuth haftende und dasselbe gegen die Salpetersäure schützende Schichte von ihm entfernt wird. Diese schützende Hülle dürfte salpetrichte Säure seyn, welche sich in Folge der langsamen Wirkung des relativ passiven Wismuths auf die Salpetersäure bildet.

Eine andere mit der Passivität dieses Metalls zusammenhängende Thatsache, welche Erwähnung verdient, ist folgende: Berührt man dieses Metall in seinem passiven

Zustande innerhalb der Salpetersäure mit einem Platindrahte, so entwickelt sich an diesem während der ganzen Dauer des Contactes eine gasförmige Substanz. Was ist nun wohl dieses Gas? Da ich meine Versuche bis jetzt in einem so kleinen Maaſsstabe angestellt habe, daſs bei denselben die Aufsammlung des fraglichen Gases unmöglich war, so bin ich auſser Stande, die Frage auf empirischem Wege zu beantworten. Aber auch die Theorie läſst nicht auf die Natur dieser Luftart schlieſsen, denn derselben gemäſs sollte sich unter den angegebenen Umständen gar kein Gas entwickeln. Allerdings haben wir in den sich berührenden Metallen (wovon das eine, wie oben gezeigt, trotz seiner anscheinenden Passivität chemisch thätig ist) und der Säure, in welche dieselben eintauchen, eine geschlossene Kette und einen Strom, der, wie das Galvanometer nachweist, eine solche Richtung hat, daſs derselbe aus dem Wismuth durch die Säure in das Platin geht, daſs somit, um die in Deutschland noch gebrauchte Sprache zu reden, letzteres Metall negativ, das Wismuth positiv ist. In der Flüssigkeit, durch welche der Strom geht, befindet sich aber nur ein einziger Elektrolyt, das Wasser, und dieses wird also allein auf elektrischem Wege zersetzt. Der an dem negativen Platin ausgeschiedene Wasserstoff wird aber nicht frei, wenn er, umgeben von Salpetersäure, so concentrirt wie die angewendete, sondern es verbindet sich dieses Element mit einem Antheile von Sauerstoff der Säure, dieselbe in salpetrichte Säure zurückführend. Wasserstoff ist demnach das in Rede stehende Gas nicht, und ein anderartiger Körper kann, wenn wir von dem jetzigen Standpunkte unserer elektro-chemischen Theorien aus ein Urtheil fällen wollen, an dem Platin nicht auftreten. Sicher ist aber, daſs die fragliche Luftart ihre Entstehung dem unter den angeführten Umständen eintretenden Strome verdankt.

Schon weiter oben habe ich im Vorbeigehen be-

merkt, dafs die das Wismuth bisweilen umgebende Substanz augenblicklich verschwinde, wenn das Metall innerhalb der Salpetersäure von Platin innig berührt werde, dafs aber passives Eisen, unter den gleichen Umständen anstatt des Platins gebraucht, nicht nur nicht die Wirkung des Letztern ausübe, sondern selbst in chemische Thätigkeit gerathe. Anders aber verhält sich das passive Eisen, wenn es, vor seiner Berührung mit dem (passiven) Wismuth, in Verbindung mit Platin gesetzt wird, und die beiden verbundenen Metalle zu gleicher Zeit in die Salpetersäure eintauchen, worin sich das Wismuth befindet. Unter diesen Umständen wirkt das Eisen gerade so wie Platin, gewissermafsen, als ob es nur eine Fortsetzung des letztern Metalles wäre; es entfernt also z. B. den oft genannten schwärzlichen Ueberzug augenblicklich von dem Wismuth, veranlafst ebenfalls das oben besprochene Wiedererscheinen dieser Substanz, und wird selbst nicht chemisch thätig. Es würde mich zu weit führen, wenn ich auseinandersetzen wollte, wefshalb das Verhalten des Eisens unter den eben beschriebenen Umständen sonderbar ist; für jetzt begnüge ich mich, zu bemerken, dafs man aus mehreren Gründen sich eines entgegengesetzten Resultates versehen sollte. Ich werde indefs wohl bei einem andern Anlafs wieder auf diesen Gegenstand zurückkommen.

Die in diesem Aufsatze besprochenen Erscheinungen dürften vielleicht manchen Chemikern zu kleinlich und unbedeutend erscheinen, als dafs sie dieselben einer ernsthaften Aufmerksamkeit für würdig hielten. Ich theile eine solche Ansicht nicht, und bin der Meinung, dafs eine genaue Erforschung derselben die Wissenschaft nur fördern kann, und zwar gerade denjenigen ihrer Theile, welcher die gröfste theoretische Wichtigkeit hat, der aber, trotz der schönen Entdeckungen Davy's, Berzelius's, Faraday's u. a. m., bis auf diese Stunde noch zu den dunkelsten der Chemie gehört; ich meine den Theil dieser

Wissenschaft, welcher sich auf den Zusammenhang des elektrischen Agens mit den chemischen Erscheinungen bezieht. Jede Thatsache, die auf diesen Zusammenhang ein neues Licht wirft, muſs als ein groſser wissenschaftlicher Gewinn betrachtet, und nach meinem Ermessen viel höher angeschlagen werden, als z. B. die Entdeckung eines neuen Pflanzenstoffes, oder die Bewerkstelligung einer bisher unbekannten Verbindung von Elementarstoffen mit einander.

Basel, den 15. Nov. 1837.

II. *Einige Bemerkungen über die Erfahrungen Hartley's in Betreff des Eisens; von L. F. Schönbein.*

Dem kurzen Berichte gemäſs, welchen die Genfer Bibliothek über die dieſsjährigen Verhandlungen der Gesellschaft der britischen Naturforscher zu Liverpool in ihrer letzten Nummer giebt, hat Hr. Hartley die merkwürdige Beobachtung gemacht, daſs das Eisen durch voltaische Combination mit Messing gegen die chemische Einwirkung des Seewassers geschützt wird. Eine solche Thatsache würde, wie dieſs auch Faraday in Liverpool schon bemerkte, im Widerspruche mit unsern heutigen elektrochemischen Gesetzen stehen, in sofern diesen zufolge die chemische Action des Seewassers auf das Eisen unter den angegebenen Umständen, anstatt aufgehoben, noch befördert werden sollte; denn bekanntlich ist das Eisen in Beziehung auf das Messing positiv.

Ob nun gleich die von Hartley mitgetheilte Beobachtung ganz in die Klasse derjenigen zu gehören scheint, welche ich seit einiger Zeit an dem Eisen gemacht habe, und dieselbe nur als eine einzelne Bestätigung des von mir im vorigen Jahre aufgestellten allgemeinen Erfahrungs-

satzes zu betrachten seyn möchte, dafs das Eisen wie ein edles Metall zu dem Sauerstoffe sich verhält, wenn man dasselbe zur positiven Elektrode einer voltaischen Säule macht, so kann ich doch nicht umhin, zu bemerken, dafs das von Hartley erhaltene Resultat mit den Erfahrungen im Widerspruche steht, welche ich in No. 7. S. 493. bis 494. der Annalen von 1836 bekannt gemacht habe. Es ist nämlich von mir dort gezeigt worden: 1) dafs das Eisen als positiver Pol nur in solchen wäfsrigen Lösungen passiv gegen den an ihm elektrisch ausgeschiedenen Sauerstoff sich verhalte, welche keine andern als Sauerstoffverbindungen enthalten, z. B. Sauerstoffsäuren, Oxyde und Sauerstoffsalze; 2) dafs der Zustand der chemischen Indifferenz im Eisen nur in Beziehung auf den Sauerstoff hervorgerufen werden kann, und 3) dafs das Eisen auf die normale Weise, d. h. so, wie es die bekannten elektro-chemischen Gesetze erfordern, sich verhält, wenn dasselbe als positiver Pol in wäfsrige Lösungen von Wasserstoffsäuren, Halogen- und Schwefelsalzen oder löslichen Schwefelmetallen taucht. Da nun die im Meerwasser befindlichen Substanzen gröfstentheils nicht sauerstoffhaltige Elektrolyten, d. h. Halogensalze, sind, so kann in demselben, den eben angeführten Erfahrungen zufolge, das positive Eisen auch nicht chemisch indifferent sich verhalten, sondern mufs mit dem Sauerstoff sowohl, als mit dem Chlor u. s. w., welche sich durch die Wirkung des Stromes an ihm ausscheiden, sich verbinden.

Ein kleiner Vorrath von Meerwasser aus Genua machte es mir möglich, einige Versuche über das Verhalten des Eisens zu dieser Flüssigkeit anzustellen, und die aus denselben sich ergebenden Resultate haben die Richtigkeit der aus meinen früheren Erfahrungen gezogenen Folgerungen vollkommen genügend dargethan. Ich führte nämlich einen Eisendraht, welcher an einem seiner Enden mit dem positiven Pole einer kleinen Bechersäule in Verbindung stand, in das besagte Meerwasser

ein, dadurch den voltaischen Kreis schliefsend. Es entwickelte sich nun unter diesen Umständen nicht nur keine Spur von Sauerstoff, oder irgend einem andern Gase an dem positiven Eisenpoldrahte, sondern es zeigte sich auch letzterer, nachdem er nur kurze Zeit dem Einflusse des Meeres unterworfen, merklich angegriffen und mit einer Menge grünlicher Flocken umgeben, welche an der Luft ockergelb wurden. Aehnliche Resultate wurden erhalten, wenn man bei dem letzten Versuche, anstatt des Meerwassers, eine wäſsrige Lösung von Kochsalz anwendete. Alle diese Thatsachen zusammengenommen lassen daher Hartley's Beobachtung auf eine doppelte Weise anomal erscheinen, einmal so in Bezug auf die bekannten elektro-chemischen Gesetze, und dann hinsichtlich meiner oben erwähnten Erfahrungen.

Aber auch noch in einer andern Hinsicht ist die von Hrn. Hartley beobachtete Erscheinung räthselhaft. Da nämlich durch den bloſsen Contact zwischen dem Eisen und Messing diese Metalle in keinen elektrischen Gegensatz treten, und ein voltaischer Strom erst in Folge einer chemischen Action entsteht, so wird mit Recht gefragt, wie dann das Eisen in der fraglichen Kette das positive Element seyn könne, wenn auf dasselbe das Meerwasser keine chemische Wirkung ausüben, wenn, nach Hartley, es sich nicht oxydiren, nicht mit Chlor sich verbinden soll. Unmöglich kann man in dem vorliegenden Falle die chemische Indifferenz des Eisens einem Strome zuschreiben, da ersterer die Möglichkeit des letztern ausschlieſst. Wenn es aber nun mit der Hartley'schen Beobachtung dennoch seine Richtigkeit haben sollte (woran ich jedoch zweifeln möchte), was folgte aus einer solchen Thatsache?

Meiner Ansicht nach wohl zunächst kaum etwas Anderes, als daſs das Messing nicht dadurch das Eisen gegen die chemische Wirkung des Meerwassers schützt, daſs es in Beziehung auf das letztere Metall einen Strom von

bestimmter Richtung vermittelt, dafs es das Eisen positiv macht, sondern auf eine von elektrischen Verhältnissen ganz unabhängige, für uns aber freilich völlig unbekannte Weise; vielleicht auf eine ähnliche Art, nach welcher die Affinität des Wismuths zum Sauerstoff der Salpetersäure durch das Platin vermindert wird. Die Entdeckung der wahren Ursache der eben besprochenen Affinitätsmodificationen des Eisens durch die Vermittlung des Messings, der Verwandtschaftsveränderungen des Wismuths durch das Platin, und endlich die Entdeckung der Ursache der Passivitätserscheinungen, von welchen in meinen früheren Abhandlungen die Rede gewesen ist, scheint mir nicht nur für unsere chemische Theorien, sondern auch ganz insbesondere für die Praxis von sehr grofser Wichtigkeit zu seyn, aus Gründen, die zu nahe liegen, als dafs ich nöthig hätte, dieselben näher anzugeben. Nach meinem Dafürhalten wird der nächste Schritt zur Lösung dieses Problems darin bestehen müssen, dafs man auf experimentelle Weise sich vergewissert, ob solche Affinitätsmodificationen von voltaischen Strömen gänzlich unabhängig sind, oder ob jene ohne diese nie eintreten. Sollte nun Ersteres wirklich der Fall seyn, so würden wir wohl nicht länger umhin können, anzunehmen, dafs es chemische Beziehungen und Wechselwirkungen zwischen verschiedenartigen Materien gebe, die ihren Grund weder in dem elektrischen Agens, noch in demjenigen Dinge haben, das man gewöhnlich chemische Verwandtschaft nennt. Unmöglich ist es nicht, dafs uns eine weitere und tiefere Erforschung der in Frage stehenden bizarren Erscheinungen zu der Entdeckung einer neuen, uns noch ganz unbekannten Kraft führen wird, einer Kraft, die, wenn sie näher erkannt, hoffentlich über den chemischen Procefs ein weit gröfseres Licht verbreitet, als diefs bis jetzt die elektro-chemischen Theorien gethan haben.

Ich kann diese Arbeit nicht schliefsen, ohne noch ei-

einige Worte über das oxydirbare Zink zu sagen, das in gegenwärtigem Augenblicke das Interesse der französischen Chemiker mit allem Rechte so sehr in Anspruch nimmt, und über welches Dumas, in einer der letzten Sitzungen der Akademie, unter andern Bemerkungen auch die gemacht hat, daſs es von verdünnter Schwefelsäure, welche doch so lebhaft auf das gewöhnliche Zink wirkt, nicht angegriffen werde. So viel mir bis jetzt von dessen chemischer Beschaffenheit bekannt geworden ist, enthält das nicht oxydirbare Zink in geringer Quantität einige Metalle, welche in Bezug auf das reine Zink negativ, oder, um eigentlicher zu reden, welche weniger leicht oxydirbar als dieses Metall sind. Man sieht leicht ein, daſs auch dieser Fall in die Kathegorie derer gehört, von denen vorhin die Rede gewesen ist, und daſs sich alles dasjenige über ihr sagen läſst, was ich über die andern Fälle geäuſsert habe; namentlich aber findet auf ihr die Bemerkung ihre Anwendung, daſs die Nichtoxydirbarkeit des Zinks nicht von einem continuirlichen Strome bedingt seyn kann, da ein solcher, ohne eine eben so thätige Oxydation dieses Metalles, nicht möglich wäre.

Es ist vielleicht hier der schickliche Ort, das Resultat einiger Versuche mitzutheilen, welche ich im Laufe dieses Sommers in dem Laboratorium des Herrn Prof. Degen in Stuttgardt angestellt habe. Durch Zusammenschmelzen von 99 Theilen gewöhnlichen Drahteisens mit einem Theile Platin wurde ein Metallgemisch erhalten, das gegen gewöhnliche Salpetersäure sich vollkommen indifferent verhielt, und dieſs selbst bei einer ziemlich hohen Temperatur. Ohne Zweifel hätte eine viel kleinere Quantität von Platin hingereicht, um das chemische Verhalten des Eisens auf eine gleiche Weise zu modificiren. Wünschenswerth wäre es, wenn Versuche mit Metallgemischen jeder möglichen Art angestellt würden, und dabei der Einfluſs genau ausgemittelt, welchen die

Anwesenheit eines metallischen Elementes in der Legirung auf das chemische Verhalten des andern Bestandtheiles ausübt. Es könnte nicht fehlen, dafs dergleichen Untersuchungen zu interessanten Ergebnissen führen würden, namentlich auch zu solchen, welche eine technische Wichtigkeit haben dürften. Dafs Forschungen einer solchen Art nicht überflüssig sind, haben uns, glaube ich, mehrere der in neuester Zeit erhaltenen Resultate zur Genüge gezeigt; Resultate, welche in der That von der Art sind, dafs die jetzt geltenden elektrochemischen Theorien uns gerade die ganz entgegengesetzten hätten erwarten lassen.

Schliefslich will ich noch bemerken, dafs einige von mir neulich mit kleinen Mengen von Nickel und Kobalt angestellten Versuche gezeigt haben, dafs diese magnetischen Metalle, in Beziehung auf die Salpetersäure, anders als das Eisen sich verhalten; woraus zu folgen scheint, dafs die Fähigkeit des letztern, sich in den passiven Zustand versetzen zu lassen, ganz unabhängig ist von seiner magnetischen Beschaffenheit.

Basel, den 28sten November 1837.

III. *Ueber die Polarisation der Wärme; von Herrn Melloni* [1]).

Zweiter Theil.

Wie wir im ersten Theile dieser Abhandlung gesehen haben, erfahren die Wärmestrahlen, welche von einem, das Licht vollständig polarisirenden Turmalinpaare durch-

1) Mitgetheilt vom Herrn Verfasser. — Der erste Theil dieser wichtigen Untersuchung findet sich bereits im Band. XXXIX Seite 1 dieser Annalen. P.

gelassen werden, alle Grade von Polarisation. Gewisse Arten von Wärme dringen in fast gleicher Menge durch die beiden Platten, die Axen dieser mögen parallel oder rechtwinklich gegen einander gestellt seyn. Andere dagegen gehen bei diesen beiden Stellungen der Axen in verschiedenen Verhältnissen hindurch, und noch andere durchdringen das System nur für den Fall des Parallelismus der Axen.

Durch Untersuchung der Art, wie mittelst Turmaline die Polarisation des Lichtes sichtbar wird, haben wir gezeigt, daſs es, ungeachtet der groſsen Verschiedenartigkeit der Erscheinungen bei den verschiedenen Wärmearten, nicht nöthig sey, eine verschiedene Polarisationsfähigkeit bei denselben anzunehmen, daſs vielmehr alle eine gleiche und vollständige Polarisation im Innern der Turmaline erleiden, und sie dennoch beim Austritt mehr oder weniger polarisirt erscheinen können. Dazu reicht die Annahme hin, daſs die Turmaline alle Arten strahlender Wärme doppelt brechen, und einige derselben das eine der beiden, aus dieser Doppelbrechung entspringenden, Bündel bei seinem Durchgange mehr oder weniger absorbiren. Wenn die beiden gebrochenen Bündel gleiche Intensität haben, rechtwinklich polarisirt sind und einander fast decken, so können sie begreiflicherweise keine Spur von Polarisation zeigen, falls sie einen gleichen Grad von Absorption erleiden. Sobald aber das eine Bündel bei seinem Durchgange einen gröſseren Antheil seiner Intensität verloren hat, so muſs das andere bei seinem Austritte nothwendig Anzeichen von Polarisation geben, und die Erscheinungen werden denen ganz ähnlich, welche das Licht darbietet, sobald eins der beiden gebrochenen Bündel im Innern der Platten vollständig absorbirt worden ist.

Nach dieser Ansicht wird die mehr oder weniger starke Absorptionswirkung der Turmaline auf eins der beiden doppelt gebrochenen Wärmebündel eintreten in

die Klasse von Thatsachen, welche wir beim Studium des einfachen Durchgangs der Wärme durch starre und flüssige Körper beobachtet haben, und es werden alle Wärmestrahlen, wie die Lichtstrahlen aller Farben, durch die, die Reflexion und Refraction erzeugenden Kräfte vollständig polarisirt. Dieser letzte Schlufs geht wirklich aus den von uns beigebrachten Thatsachen mit gröfster Evidenz hervor.

Bekanntlich wird ein Strahl gewöhnlichen Lichtes, der eine Reihe paralleler Platten von Glas, oder einer andern durchsichtigen Substanz, unter einer gewissen Neigung durchdringt, senkrecht gegen die Refractionsebene polarisirt, so dafs, wenn man dem austretenden Strahl eine zweite Reihe von Platten unter derselben Neigung darbietet, das Licht durchgeht oder gröfstentheils aufgefangen wird, je nachdem man die zweite Refractionsebene parallel oder senkrecht gegen die erste gestellt hat.

Um zu sehen, ob ähnliche Erscheinungen bei der strahlenden Wärme vorkommen, brauchte man nur diese beiden schief gehaltenen Glassäulen mit folgweis parallel und rechtwinklich gestellten Refractionsebenen der Probe mit dem Thermomultiplicator zu unterwerfen. Wenn aber die Platten in hinlänglicher Anzahl da sind, so wird die ausfahrende Wärmemenge sehr schwach und mit den empfindlichsten Instrumenten kaum wahrnehmbar, vor allem bei Wärmequellen von niederer Temperatur, deren Strahlen beim Durchgange durch die ersten Glasplatten eine fast vollständige Absorption erleiden. Zwar könnte man hier mit einem grofsen Erfolge Steinsalz statt des Glases nehmen, allein dabei tritt die Schwierigkeit ein, sich mehre Platten dieser Substanz von hinlänglicher Gröfse und Reinheit zu verschaffen. Um diese Uebelstände gröfstentheils zu vermeiden, hat Herr Forbes den Gedanken gehabt, die Wärme durch sehr dünne Glimmerblättchen zu polarisiren, da diese, wie andere feste und

flüssige Körper bei großer Dünnheit, beträchtliche Mengen von strahlender Wärme aus jeglicher Quelle durchlassen [1]).

Einige der von Herrn Forbes mittelst Glimmersäulen erhaltenen Resultate haben wir schon angezeigt. Die mit zwei Säulen, von zehn Blättchen eine jede, erhaltene Wärme-Polarisation war bei weitem nicht vollständig, denn sie blieb immer unter der Hälfte, während sie ihm beim Licht ungefähr 0,9 zu seyn schien. Was aber besonders die Aufmerksamkeit der Physiker erregen mußte, war der große Unterschied, den er in der Menge der polarisirten Wärme, je nach deren Abkunft, beobtete. Denn unter gleichen Umständen gaben ihm dieselben Glimmersäulen 0,29 Polarisation bei der Wärme einer Argand'schen Lampe, 0,24 bei der einer Locatellischen Lampe, 0,36 bei der einer Alkoholflamme, 0,40 bei der von glühendem Platin, 0,22 bei der von einem bis 390 oder 400° C. erhitzten Kupfer, 0,17 bei der eines durch Quecksilber auf 280° erhitzten Eisens, und 0,06 bei der eines Gefäßes mit siedendem Wasser.

Diese bei einem und demselben Turmalinpaare mit der Natur der Wärmestrahlen so veränderlichen Werthe

1) Diese Thatsache ergiebt sich aus einer großen Zahl von Versuchen, die ich mit Glas, Bergkrystall, Gyps, Glimmer, Wasser, Alkohol u. s. w. angestellt habe. Sie ist innig verknüpft mit der Erscheinung, daß eine gegebene Platte im Allgemeinen desto weniger von einer strahlenden Wärme durchläßt, als diese aus einer Quelle von niedrigerer Temperatur abstammt. Sie steht auch in sehr naher Beziehung damit, daß ein und derselbe Körper von den aus verschiedenen Substanzen ausfahrenden Wärmestrahlen eine sehr veränderliche Menge durchläßt. Sucht man nach dem Analogon beim Licht, so findet man, wie ich anderswo gezeigt (Ann. Bd. XXXV S. 406), daß alle durchsichtigen Substanzen, mit Ausnahme des Steinsalzes, sich gegen die strahlende Wärme genau so verhalten, wie die farbigen Mittel gegen das Licht; denn die Färbung, welche die Durchsichtigkeit der Körper in verschiedenen Lichtarten schwächt, verliert sich gänzlich, wenn man die Körper auf sehr dünne Blättchen reducirt, da diese für alle Arten von Farbenstrahlen in gleichem Grade durchdringlich sind.

der Polarisationsmengen könnten im ersten Augenblicke glauben lassen, dafs die verschiedenen Arten von Wärme wirklich mehr oder weniger polarisirbar seyen. Untersucht man aber achtsam die Art, wie Herr Forbes seine Resultate erhielt, so überzeugt man sich leicht, dafs die eben beigebrachten Zahlen keinesweges die Mengen der polarisirten Wärme ausdrücken. Um nämlich diese Wärmemengen zu messen und mit einander zu vergleichen, nahm Herr Forbes seine Zuflucht zu der Methode, welche ich anwandte, als es sich darum handelte, die Beständigkeit oder Veränderlichkeit des Durchgangs von Wärme aus verschiedener Quelle durch verschiedene diathermane Substanzen aufser Zweifel zu setzen; d. h. er veränderte den Abstand zwischen der Quelle und dem Thermoskop, um die Menge der auf das Instrument strahlenden Wärme fast constant zu machen.

Nun ist leicht einzusehen, dafs ein mehr oder weniger starkes Nähern der Wärmequelle keinen nachtheiligen Einflufs auf die Messungen des Wärmedurchgangs haben kann, weil der vor der Oeffnung des intermediären Schirmes aufgestellte diathermane Körper nur sehr kleine Dimensionen besitzt, und die Wärmequellen sich immer in bedeutenden Entfernungen befinden, folglich die excentrischsten Strahlen immer nur um wenige Grade von der Senkrechtheit abweichen. Dadurch bleiben die Wärmemengen, welche der, der Strahlung ausgesetzte Körper reflektirt oder absorbirt, fast ungeändert, wovon man sich leicht durch einen direkten Versuch überzeugen kann, wenn man eine und dieselbe Wärmequelle successiv in verschiedenen Entfernungen von einer gegebenen Lamelle aufstellt, und jedesmal den Wärmedurchgang beobachtet; sobald alles gut vorgerichtet ist, findet man diesen Durchgang unverändert. Nicht so verhält es sich aber bei den Polarisationsversuchen mittelst Säulen; denn das Verhältnifs der polarisirten Wärme ändert sich in den meisten Fällen mit der geringsten Veränderung im Einfallswinkel

der Wärmestrahlen, und die Veränderung in der Neigung dieser Strahlen gegen die Säulen mufste sich in den von uns betrachteten Versuchen nothwendig auf mehre Grade belaufen, wegen grofser Nähe der Wärmequelle an dem Thermoskop, wegen Gröfse der polarisirenden Flächen, und wegen Abwesenheit irgend eines intermediären Diaphragma's.

Ueberdies hat Herr Forbes versäumt, seinen Thermomultiplicator dem Einflusse der, von den Glimmerblättchen absorbirten Wärme zu entziehen [1]); und so sind die beobachteten Effekte die Summe der Wirkungen, welche die beiden, bei den Erscheinungen des Durchgangs der Wärmestrahlen durch diathermane Substanzen immer zugleich vorhandenen, Wärmeportionen, nämlich die unmittelbar fortgepflanzte und die geleitete,

1) Eine einzige Beobachtungsreihe reicht hin, zu zeigen, in wie kleinem Abstande Herr Forbes seine Wärmequellen aufstellte, und wie merklich die Erwärmung der Säulen auf die Resultate einwirkte.

Wärmequelle: Kupfer, erhitzt durch eine Weingeistflamme auf 400° C., Abstand vom thermoskopischen Körper: fünf und einen halben Zoll.

Refractionsebene der Säulen:		Ablenkung des Galvanometers:
bei einer auf 0° bei der andern auf	0°	6° $\frac{1}{2}$
»	90	5 $\frac{1}{4}$
»	180	7
»	270	6
»	0	7 $\frac{1}{4}$

(*Transact. of the R. S. of Edinb. Vol. XIII p.* 1 und *p.* 150.) Die beiden Säulen befanden sich, unter gleicher Neigung, im Innern zweier graduirten, sich in einander drehender Röhren. Die erste war befestigt auf der cylindrischen Hülle des Thermomultiplicators, die zweite dagegen frei und drehbar, so dafs der Nullpunkt der Turmaline in die in der Tafel angegebenen Stellungen gedreht werden konnte. Wenn die, einer jeden dieser Stellungen entsprechenden, Ablenkungen des Galvanometers blofs den Effekt der auf unmittelbarem Wege durch die Säule gehenden Strahlung vorgestellt hätten, so würden die Werthe der ersten, dritten und fünften Beobachtung offenbar einander gleich gewesen seyn, eben so wie es mit der zweiten und vierten der Fall gewesen wäre. Allein statt dieser beiden Gleichheiten hat man *wachsende* Gröfsen, welche mit höchster Evidenz die allmälige Erwärmung der Säulen beweisen.

auf das thermoskopische Instrument ausüben. Die letztere Portion, obwohl den absoluten Werth des Polarisationsindexes ändernd, würde jedoch die Gleichheit in dem Verhältnisse der polarisirten Wärme aus jeder Art von Quelle ungestört gelassen haben, wenn sie in diesen verschiedenen Fällen hätte mit gleicher Intensität wirken können; denn da alle Strahlen in gleichem Grade polarisirbar sind, so ist klar, dafs die Constanz der Wirkung des Erwärmens nicht die Constanz des von der Polarisation herrührenden Effekts gestört haben würde. Allein da die Diathermansie des Glimmers analog ist der des Glases, so ändert sich die von ihm absorbirte Wärmemenge und folglich seine Erwärmung mit der Temperatur der Quelle; durch diese Aenderung der störenden Ursache wird der constante Effekt der Hauptursache getrübt.

In einer neuen Reihe von Versuchen, die im letzten Bande der *Transactions* der Königlichen Gesellschaft zu Edinburg erschienen ist, hat Herr Forbes den Einflufs eines ungleichen Einfalls der Wärmestrahlen auf die Säulen zum Theil vermieden, indem er die Wärmequellen in einer constanten Entfernung aufstellt, in einer ungefähr drei Mal gröfseren, als bei seinen früheren Untersuchungen. Nun kommen seine Resultate auch der Gleichheit näher. Denn der Polarisationsindex eines und desselben, etwa unter 34° gegen die Axe der Strahlung geneigten Säulensystems, war für die Argand'sche Lampe 0,72 bis 0,74, für glühendes Platin 0,72, für 400° heifses Kupfer 0,63, für den mit Quecksilber von 280° C. gefüllten Eisentiegel 0,48, für das Gefäfs mit siedendem Wasser 0,44 [1]).

Allein es blieb die Störung Seitens der Erwärmung der Säulen, und das blofse Daseyn dieser Fehlerquelle, welche Herr Forbes bei der Einrichtung seines Apparates bestehen liefs, erklärt vollkommen die beobachteten

1) *Trans. of the R. Soc. of Edinb. Vol. XIII pl. II Researches on Heat 2. Ser. p.* 14.

Unterschiede, ohne zu der Annahme zu nöthigen, dafs die verschiedenen Wärmearten unter gleichen Umständen verschiedene Grade von Polarisation erleiden. Man kann sogar beweisen, dafs der Einflufs der, von den Glimmerblättchen angenommenen, Wärme in dem von Herrn Forbes Versuchen angezeigten Sinne wirken mufs, d. h. dafs die Wirkung des Erwärmens der Säule den scheinbaren Polarisationsindex desto mehr verringern mufs, als die Quelle der Wärmestrahlung eine geringere Temperatur besitzt, und zwar aus folgendem Grunde.

Die erwärmten Säulen schicken ihre eigene Wärme auf das Thermoskop, und wenn diese sekundäre Wärmestrahlung beträchtlich ist, stört sie immer, wie eben bemerkt, den Effekt der polarisirten Wärme. Strebt nun aber die bewirkte Störung den wahren Index der Wärmepolarisation zu vergröfsern oder weniger merkbar zu machen? Um dies zu erfahren, nahm ich Papier, das auf beiden Seiten wohl geschwärzt war, und das bekanntlich ganz atherman ist, aber viel Wärme absorbirt und auch ausstrahlt.

Statt der der Quelle näheren Säule nahm ich ein Rechteck von diesem Papier, und concentrirte mittelst einer Steinsalzlinse eine starke Menge Wärme darauf; die *virtuelle* Refractionsebene des geschwärzten Papiers war der Refractionsebene der hinteren Säule parallel. Die vom Papier absorbirte und alsdann auf die Säule gestrahlte Wärme erhitzte deren Glimmerblättchen, und diese sandten nun die erlangte Wärme auf den nicht weit davon befindlichen Thermomultiplicator. In dem Maafse, als die Glimmerblättchen sich erhitzten, entfernte sich die Galvanometernadel mehr vom Nullpunkt; allein da die Wärmequelle eine constante Temperatur besafs, so wurde, nach fünf bis sechs Minuten, die von der Säule erlangte Wärmemenge gleich der durch Strahlung und Berührung mit der Luft verlornen, und dann erlangte die Nadel eine feste Ablenkung, welche, unter

den Umständen meiner Versuche, 25 bis 26° betrug [1]). Hierauf brachte ich die Refractionsebene der Glimmerblättchen in senkrechte Stellung gegen die virtuelle Refractionsebene des schwarzen Papiers, ohne dabei die gemeinschaftliche Neigung der Blättchen gegen die Axe zu ändern. Es zeigte sich kein Unterschied in der festen Ablenkung der Galvanometernadel, welche, nach einigen Minuten, noch bei 25 oder 26° stehen blieb. Die aus

1) Bekanntlich verbrennen *Spinnfäden* nicht, wenn man sie im Brennpunkte der stärksten Linsen den concentrirten Sonnenstrahlen aussetzt. Aus dieser vereinzelten Thatsache haben einige Physiker den Schluſs gezogen, daſs die von dünnen Körpern, unter der Wirkung einer constanten Wärmestrahlung, erlangte Erwärmung sich umgekehrt wie die Dicke dieser Körper verhalte, und Null oder unmerklich werde, wenn letztere äuſserst dünn seyen. (Anm. Bd. XXVII S. 467. P.) Diese Behauptung kann indeſs in seiner ganzen Allgemeinheit nicht richtig seyn, und in mehren Fällen ist sie sogar ganz falsch, denn bei dem oben angeführten Versuche wurde die vom schwarzen Papier auf den Thermomultiplicator ausgeübte Wärmewirkung nicht vermindert, sondern beständig vergröſsert, in dem Maaſse, als ich dünneres Papier anwandte. Ich habe mich dabei im Voraus wohl versichert, daſs diese Vergröſserung nicht von einem unmittelbaren Durchgange herrührte, vielmehr hatte dieser bei allen, dem Versuch unterworfenen Papierstücken keinen wahrnehmbaren Werth. In solchen Fällen ist demnach der Vorgang durchaus der oben angeführten Meinung zuwider, d. h. das Papier und überhaupt die den Strahlen einer constanten Wärmequelle ausgesetzten athermanen Substanzen erhitzen sich desto stärker, je dünner sie sind; wenigstens strahlen sie, wenn sie einmal auf den Zustand eines Wärmegleichgewichts gekommen sind, desto mehr Wärme durch ihre Hinterfläche aus, als sie von geringerer Dicke sind. Findet aber dasselbe bei den diathermanen Substanzen statt?

Wenn gleich unsere Unmöglichkeit, die Temperaturerhöhung dünner Blättchen zu messen, nicht erlaubt, diese Frage durch einen direkten Versuch zu entscheiden, so geben uns doch die bekannten Eigenschaften des unmittelbaren Durchgangs eine genügende Antwort. Glas, Wasser, Alaun und die die Wärme stark abhaltenden diaphanen Substanzen lassen von der strahlenden Wärme jeglicher Abkunft bedeutende Mengen durch, und da ihr Transmissionsvermögen zunimmt, so wie ihre Dicke abnimmt, so ist klar, daſs bei ihnen die zurückgehaltene Wärmemenge ein umgekehrtes Verhältniſs befolgt, d. h. daſs die Erhitzung eines Blättchens sich direkt wie die Dicke desselben verhält.

der Erwärmung der Säulen entspringende Wirkung bei den Polarisationsversuchen ist also gleich bei den beiden Stellungen, der parallelen und winkelrechten, welche man ihrer Refractionsebene geben kann [1]).

Da nun der Polarisationsindex eines Säulenpaares unter gegebener Neigung nichts anderes ist, als der Unterschied der beiden bei paralleler und rechtwinklicher Stellung der Refractionsebenen unmittelbar durchgelassenen Wärmemengen, bezogen auf die gröfsere von ihnen, so begreift man sogleich, dafs die Wirkung der Erhitzung der Glimmersäulen diesen Index *verkleinern* mufs, da sie eine gleiche Gröfse zu den beiden Gliedern des Verhältnisses hinzufügt. Allein der Glimmer erhitzt sich desto stärker, als die Temperatur der Quelle geringer ist, weil er, wie das Glas, in eben dem Maafse weniger Wärme durchläfst. Wenn also die eigene Strahlung der Glimmersäulen einen wahrnehmbaren Einflufs ausübt, so

Allein dies letztere Gesetz erfordert, dafs die strahlende Quelle unveränderlich sey. Es kann in dem Fall, dafs man die Blättchen Strahlen verschiedenen Ursprungs aussetzt, nicht immer statthaben; denn diese Strahlen gehen in ungleichen Verhältnissen durch ein und dasselbe Blättchen, und erhitzen es folglich stärker, als ihre Durchgangsfähigkeit geringer ist. Gewisse Arten von Wärme, die ein dünnes Blättchen reichlich durchdringen, können dessen Temperatur nur wenig erhöhen, während andere, wegen ihres geringen Durchgangs, dasselbe bedeutend erhitzen. Wenn man zwei Blättchen von gleicher Substanz, aber verschiedener Dicke, gleichen Wärmequellen verschiedener Abkunft aussetzt, so könnte sich das dickere weniger erhitzen, als das dünnere, wenn man auf jenes durchgänglichere Wärmestrahlen fallen liefse.

Nach allen Analogien ist die Substanz der Spinnfäden sehr durchgänglich für die strahlende Wärme, und überdiefs geht im Allgemeinen die Sonnenwärme leichter als jede andere Wärme durch diathermane Körper. Diese beiden Ursachen zusammen scheinen mir hinreichend, die Unverbrennlichkeit der Spinnfäden in den im Brennpunkte von Linsen concentrirten Sonnenstrahlen zu erklären.

1) Herr Forbes ist zu demselben Schlufs gelangt, indem er die vordere Säule durch die geneigte Wand eines, mit heifsem Wasser gefüllten, Metallgefäfses ersetzt. (*Lond. and Edinb. Mag. March.* 1836. *p.* 248. — S. Ann. Bd. XXXVII S. 501.)

wird der Polarisationsindex scheinbar eine *gröſsere Verringerung* erleiden, falls die Wärmequelle von niederer Temperatur ist, als wenn sie höhere Temperatur besitzt.

Durch dieses Princip der sekundären Strahlung erklärt man einen andern Versuch des Herrn Forbes, welcher nach ihm die *ungleich polarisirbare Natur* (*the unequally polarisable nature*) der Wärmestrahlen beweisen soll.

Die strahlende Wärme des durch eine Weingeistlampe bis 400° erhitzten Kupfers hatte ihm, nach dem zuvor Gesagten, durch Wirkung eines gewissen Systems von Glimmersäulen 0,63 Polarisation gegeben. Als er zwischen derselben Wärmequelle und demselben Säulenpaar eine Glasplatte aufstellte, wuchs der Antheil der polarisirten Wärme um zehn Hundertel, d. h. als die Wärme, vor ihrer Polarisation in den Säulen, durch die Glasplatte ging, verschwanden, bei rechtwinklicher Stellung der Refractionsebenen, von 100 Strahlen 73, statt 63. Die Wärme des glühenden Platins gab ihm, ohne Dazwischensetzung des Glases, 0,72 Polarisation. Daraus schlieſst Herr Forbes, „daſs die Wärme einer dunklen Quelle, nach ihrem Durchgang durch Glas, eben so polarisirbar werde, wie die des glühenden Platins"[1]). Allein es ist leicht zu ersehen, daſs sie, selbst die zwischen die Quelle und die Glimmersäule eingeschaltete Glasplatte, den gröſsten Theil der Strahlen absorbirte, die zuvor, bei dem Versuch mit direkter Wärme, diese Säulen erhitzten, so daſs, da die störende Ursache beträchtlich *geschwächt* war, der scheinbare Polarisationseffekt *verstärkt* wurde, so weit, daſs er gleich wurde dem der Strahlen des glühenden Platins, die den Glimmer, bei ihrem Durchgang durch denselben, nur sehr wenig erwärmten, weil sie von dieser Substanz mit groſser Leichtigkeit durchgelassen wurden.

Der Versuch beweist, daſs die strahlende Wärme

1) *Researches on heat*, 2. *Ser. by J. D. Forbes*, *p.* 14.

des glühenden Platins und die der Flamme die dünnen Glimmerblättchen in fast gleichem Verhältnisse durchdringen [1]). Da diese Gleichheit in der durchgelassenen Wärme eine Gleichheit in der absorbirten Wärme nach sich zieht, so mufsten die Säulen nothwendig eine gleiche Störung auf die unmittelbar durchgelassenen Strahlen der einen und der andern Quelle ausüben. Darum hat Herr Forbes in den beiden Fällen einen gleichen Antheil Wärme polarisirt gefunden.

Die aus der eigenen Erhitzung der Säulen entspringende Wirkung, eine mit der Natur der Quelle oder Dazwischensetzung der Glastafel veränderliche Wirkung, reicht demnach für sich allein hin, alle von Herrn Forbes am Polarisationsindex der Wärme beobachteten Veränderungen zu erklären, und, wie wir schon bemerkten, kann auch die mehr oder weniger bedeutende Schiefe, unter welcher die Strahlen auf die polarisirenden Blättchen fallen, analoge Veränderungen bewirken.

Um genaue und vergleichbare Resultate zu haben, mufs man demnach diese beiden Fehlerquellen vermeiden, und dieses ist mir auch durch die sogleich anzuführenden Mittel geglückt. Sehen wir indefs zuvörderst, wie man die zu Polarisations-Versuchen bestimmten Glimmersäulen zubereiten mufs.

Es giebt hierzu verschiedene Methoden; die folgende schien mir den Vorzug zu verdienen. Man bestimmt zunächst auf einem natürlichen Glimmerblättchen von 1 oder 2 Millimetern Dicke die Richtungen der *neutralen Axen* oder *Schnitte* für die Lichtpolarisation durch irgend eines der bekannten optischen Verfahren. Dann schneide man im Sinne dieser beiden auf einander senkrechten Richtungen ein Rechteck von 8 bis 10 Centimetern Länge aus. Hierauf nehme man ein Rechteck von sehr dünner Pappe, etwas gröfser als das Glimmer-Rechteck, schneide den ganzen innern Theil desselben

1) *Annal. de chimie et de phys. T. LV p.* 346. (Ann. Bd. 35. S. 391.)

parallel den Seiten heraus, so dafs man einen Rahmen bildet, dessen Oeffnung nach allen Richtungen hin 6 bis 8 Millimeter kleiner sey als das Glimmerstück. Alsdann trenne man, mittelst einer Lanzette, von diesem Glimmer-Rechteck ein möglichst dünnes Blättchen ab, und befestige es mit etwas Gummi auf dem Papprahmen mit der Sorgfalt, dafs seine Seiten denen der Oeffnung genau parallel werden. Nachdem man auf die Theile der längeren Seiten, welche auf den Rändern des Papprahmens liegen, zwei schmale Streifen gummirten Papiers gelegt hat, löse man ein zweites Glimmerblättchen ab, lege dieses genau auf das erste, bedecke seine Ränder ebenfalls mit, mit Gummi überzogenes, Papier, und verfahre so weiter mit allen Blättchen, die man nach und nach vom Glimmerstück abtrennt. Wenn die Säule fertig ist, lege man auf sie einen zweiten Rahmen von dünner Pappe, gleich dem ersten, bringe Gummi zwischen die hervorragenden Theile der Papprähme, und klebe sie durch Papierstreifen auf den äufsern Rändern zusammen, so dafs die Glimmerblättchen sich nicht verschieben können, und ihre Seiten recht parallel oder rechtwinklich bleiben gegen die Seiten des Rahmens und die neutralen Schnitte, von denen einer immer in der Berechnungsebene der Strahlung bleiben mufs. Die letztere Bedingung ist, wie bekannt, nothwendig, um die polarisirende Wirkung solcher Säulen unabhängig zu machen von ihrem krystallinischen Zustand, und also ähnlich der von Säulen aus Glas oder einer andern amorphen Substanz. Auf diese Weise habe ich mir vier Paare Glimmersäulen von 3, 5, 10 und 20 Blättchen verfertigt.

Hierauf suchte ich sie auf die für Polarisationsversuche erforderliche Weise anzuordnen. Der Apparat, der mir dazu am zweckmäfsigsten schien, ist ganz der von Biot in seinem *Traité de physique* (*T. IV pag.* 255) beschriebene, abgerechnet einige geringe Veränderungen, welche ihn noch einfacher und specieller zu

Versuchen über Polarisation durch Berechnung anwendbar machen.

Er besteht aus einem horizontalen Rohr, umfaſst an jedem Ende von einer Trommel ohne Boden, die sich mit Reibung auf demselben drehen läſst. Jede Trommel ist am anliegenden Rande in 360° getheilt, und trägt an zwei gegenüberstehenden Punkten ihres freien Randes zwei der Axe parallele Arme, die in einem gewissen Abstande durchbohrt sind, um die Spitzen eines rechteckigen, zur Aufnahme einer der Glimmersäulen bestimmten Rahmens einzufügen. Die Spitzen, welche auf der durch den Mittelpunkt des Rahmens gehenden Querlinie entgegengesetzte Stellung haben, erlauben, die Säulen mehr oder weniger gegen die Axe des Rohrs zu neigen. Durch eine Druckschraube kann man sie in einer bestimmten Lage erhalten, und durch einen getheilten Kreis, der an einem der Arme jeder Trommel befestigt ist, wird der Winkel gemessen.

Wenn demnach die Säulen auf diesem Apparate befestigt sind, so können sie durch ihre beweglichen Träger in jegliche Neigung gegen die Axe des Rohrs, und durch Drehen der Trommeln in jede mögliche Lage um diese Axe gebracht werden, d. h. man kann die Säulen in alle erdenkbare Winkellagen gegen das Wärmebündel versetzen; denn wir werden sogleich sehen, daſs die Wärmestrahlen immer in Richtung der Axe in das Rohr eintreten.

Die Kreistheilungen beider Trommeln entsprechen einander mittelst einer Linie, die auf dem oberen Theile des Rohrs parallel der Axe gezogen, und nach Art eines Index bis zu den graduirten Rändern fortgesetzt ist. Da die äuſsern Träger symmetrisch auf die beiden Seiten des Rohrs aufgesetzt sind, so erkennt man sogleich durch die von den beiden Enden dieser Linie angegebenen Grade die Richtungen der Refractionsebenen beider Säulen gegen einander. Wenn also die Trommeln beide

0° oder 360° angeben, so sind diese Ebenen parallel, und sie bleiben es, wenn man beide Trommeln um eine gleiche Anzahl von Graden in derselben Richtung verschiebt. Wenn man aber eine Trommel auf 0° stehen läfst, und die andere nach und nach alle Grade des Kreisumfanges angeben läfst, so neigt die Refractionsebene der zweiten Säule immer mehr gegen die erste, wird bei 90° senkrecht gegen sie, kommt der früheren Neigung wieder nahe, und erreicht sie endlich bei 180°. Dieselben allmäligen Aenderungen der Neigung finden auch jenseits statt, d. h. die Refractionsebenen weichen allmälig aus einander, nehmen bei 270° abermals eine senkrechte Stellung an, um sich auf's Neue zu nähern und die ursprüngliche Lage von 0° oder 360° wieder anzunehmen.

Um sämmtlichen Strahlen einen gleichen Einfall auf die Säulen zu geben, stellte ich die Wärmequelle in den Brennpunkt einer Steinsalzlinse, die hinreichend entfernt vom Rohre und in der Verlängerung der Axe desselben stand. So erhält man ein horizontales Bündel concentrirter Wärme, welches die Glimmersäulen parallel mit der Axe durchdringt und jenseits derselben fortgeht, mit Beibehaltung seiner cylindrischen Form und eines bedeutenden Theils seiner ursprünglichen Intensität. Diefs erlaubt nun das thermoskopische Instrument, durch welches die Eigenschaften der Wärmestrahlung bei verschiedenen Lagen der Säulen untersucht werden soll, so weit zu entfernen, dafs die Wirkung der eignen Erwärmung dieser Säulen ganz unmerklich wird.

Die Anwendung einer Steinsalzlinse hat zwei grofse Vorzüge, 1) die Strahlen intensiv und fast parallel zu geben, 2) die Möglichkeit darzubieten, das Thermoskop vollständig dem Einflusse der von den Glimmerblättchen absorbirten Wärme zu entziehen.

Was die Erwärmung des die Säulen tragenden Apparates betrifft, so ist es leicht, derselben vorzubeugen,

in-

indem man alle Theile desselben durch einen doppelten oder dreifachen Metallschirm beschützt, der eine Oeffnung hat, eben so groſs oder kleiner als die kleinste Dimension der Glimmerblättchen.

Fixiren wir, alles wiederholend, die Ideen durch ein specielles Beispiel. Gesetzt, die Flamme einer Locatellischen Lampe sey die Wärmequelle; die von ihr ausgehenden Licht- und Wärmestrahlen werden in der gehörigen Brennweite von einer Steinsalzlinse aufgefangen; fast parallel und horizontal treten sie aus, durchlaufen einen freien Raum von 40 bis 50 Centimeter, gelangen zum Metallschirm, treten in die centrale Oeffnung desselben, fallen nun auf die Glimmersäulen und durchdringen sie in mehr oder weniger beträchtlicher Menge. Angenommen zu gröſserer Klarheit, jede Säule bestehe aus fünf Blättchen, und es seyen die Ebenen aller Blättchen parallel unter sich, vertical und 45° gegen die Axe der Strahlung geneigt. Nach dem Austritt durchlaufe das Wärmebündel wiederum einen freien Raum von 20 bis 30 Centimeter, dringe in die Hülle des Multiplicators ein, und gelange endlich zur Vorderfläche der thermoskopischen Säule, welche den empfangenen Eindruck auf das Galvanometer überträgt. Der Zeiger dieses Instrumentes setzt sich in Bewegung und beschreibt einen gewissen Winkel, z. B. 35°,92.

Bevor wir zu den Polarisationsversuchen übergehen, haben wir zu beweisen: 1) daſs die von den Glimmerblättchen absorbirte Wärme keinen merklichen Einfluſs auf das Thermoskop ausübt; 2) daſs die beobachtete Wirkung unabhängig ist von der verticalen Richtung, in der sich, während ihres Parallelismus, die Ebenen beider Säulen befinden.

Leicht kann man sich überzeugen, daſs die beiden Bedingungen wirklich erfüllt sind unter den genannten Bedingungen, wenn man zuvörderst den thermoskopischen Körper aus dem vom durchgelassenen Wärmebündel ein-

genommenen Raume schiebt, ohne seinen Abstand von den letzten Glimmerblättchen zu vergrößsern, und ohne aufzuhören, die Oeffnung seiner Hülle gegen diese Blättchen gerichtet zu halten; wenn man dann das Thermoskop wieder in die Richtung des Wärmebündels bringt, und die beiden Glimmersäulen, mittelst der Trommeln, um die Axe des Rohrs dreht, ohne ihren Parallelismus zu ändern. In der That wird im ersten Falle die Galvanometernadel genau auf den Nullpunkt der Theilung zurückkehren[1]), im zweiten aber beständig 35°,92 abgelenkt werden. Die Erwärmung der Glimmerblättchen und die für ihre parallelen Ebenen angenommene senkrechte Stellung üben also keinen Einfluſs auf das Resultat aus, und die in irgend einem Fall vom Parallelismus beobachtete Ablenkung entspringt daher alleinig aus der Wärme, welche die 45° gegen die Axe der Strahlung geneigten Säulen frei durchgelassen haben, was für eine Lage sie sonst auch um die Axe gehabt haben.

Lassen wir nun eine der Trommeln auf 0°, und stellen die andere auf 90° oder 270°. Die gemeinschaftliche Neigung der Säulen gegen die Axe ändert sich dadurch nicht, allein ihre Refractionsebenen kommen aus der parallelen Lage in die rechtwinkliche, so daſs, wenn z. B. die eine horizontal ist, die andere nothwendig vertical wird. Jetzt geben die zehn Blättchen, obwohl noch die unveränderte Strahlung der Lampe durchlassend, nicht

1) Bei der vorausgesetzten Anordnung des Apparates sind die Glimmerblättchen senkrecht; es kann also die thermoskopische Säule, welche zuvörderst einen Winkel von 45° mit diesen Ebenen machte, bei ihrer Seitenbewegung rechtwinklich gegen sie zu liegen kommen. Alsdann würde das Thermoskop geradeaus die nämliche Wirkung von der Erwärmung der Blättchen empfangen, welche diese zuvor schief ausübten, und dennoch bleibt die Galvanometernadel auf 0°. Die eigene Strahlung der Glimmersäulen bringt also keinen wahrnehmbaren Effekt hervor.

Offenbar muſs diese Beweisführung für jeden Fall, wo man die Wärmequelle oder deren Lage gegen die Säulen oder das Thermoskop verändert, wiederholt werden.

mehr 35°,92 Ablenkung, sondern blofs eine von 28°,54. Es findet also eine sehr deutliche Verringerung in der zum Thermoskop gelangenden Wärme statt; und *nach den beiden vorläufigen Versuchen, die wir eben auseindergesetzt haben*, kann diese Verringerung nur der Polarisation zugeschrieben werden.

Die Bogen 35°,92 und 28°,45, beschrieben von der Galvanometernadel in Folge des ersten Impulses, entsprechen den Kräften 32°,01 und 24,95. Dividirt man den Unterschied dieser beiden Gröfsen durch 32,01, und multiplicirt den Quotienten durch 100, so erhält man 22,06, eine Zahl, welche offenbar die Menge der von unseren fünf Glimmerblättchen polarisirten Wärme vorstellt, ausgedrückt in Hunderteln der im Fall des Parallelismus beider Refractionsebenen durchgelassenen Menge.

Allein dieses Resultat wurde bei einem Einfallswinkel von 45° erhalten. Wie verändert sich aber die polarisirende Kraft der Lamellen, wenn man ihre Neigung gegen die Wärmestrahlen verringert? Wächst der polarisirte Wärmeantheil bedeutend mit der Zahl der Blättchen? Und bis zu welchem Grade kann die Polarisation steigen durch den Zusammenflufs beider Elemente?

Um diese Fragen zu beantworten, habe ich mehre Reihen von Versuchen angestellt. Die Resultate derselben finden sich in acht Tafeln, die wir mit einander durchgehen wollen, nachdem wir zuvörderst die Umstände der Versuche näher auseinandergesetzt haben.

Ich combinirte successiv meine acht Säulen, einzeln, zwei und zwei und drei und drei, und bildete so acht Paare, bestehend aus 3, 5, 10, 15, 20, 25, 30 und 35 Blättchen. Jedes Paar wurde darauf in dem Apparate befestigt, und in den beiden Stellungen der Refractionsebenen, der parallelen und der rechtwinklichen, so wie unter verschiedenen Neigungen, den Wärmestrahlen der Lampe ausgesetzt.

Die Wärmemenge, welche bei gegebener Neigung

der Säulen zum Thermoskop gelangt, nimmt ab, wie die Zahl der Platten wächst. Um möglichst unter gleichen Umständen zu experimentiren, hielt ich für zweckmäfsig, die gröfste Ablenkung des Galvanometers in jeder der acht Reihen fast constant zu erhalten. Dazu bediente ich mich eines kleinen metallenen Hohlspiegels, dessen Krümmungsmittelpunkt ich mit der Mitte der Flamme zusammenfallen liefs, und dessen Concavität ich der Steinsalzlinse zuwandte. Bei dieser Anordnung wurden die Wärmestrahlen, welche von der Linse abwärts ausgesandt wurden, in sich selbst zurückgeworfen, und mit denen gemischt, welche die Flamme direct auf die Linse sandte, und so wurde die Intensität des der Axe parallelen Bündels verstärkt. Bei jeder Reihe schwärzte ich zuerst die ganze Spiegelfläche mittelst einer rufsenden Harzflamme, nahm darauf einen Theil des Kienrufses mit Leinwand ab, und stellte den Metallglanz auf einem immer gröfseren Stück der Oberfläche wieder her, bis die Intensität der Wärme, welche bei der Neigung der Säulen, bei der man das Maximum des Effekts erhielt, zum Thermoskop gelangte, beinahe den angenommenen Werth der gröfsten galvanometrischen Ablenkung, d. h. 35° bis 37°, erreicht hatte. Fast ist überflüssig hinzuzufügen, dafs ich darauf in der ganzen Reihe der mit einem und demselben Säulenpaar angestellten Versuche Alles in demselben Zustande liefs, so dafs alle in Einer Tafel enthaltenen Gröfsen mit einander vergleichbar sind.

Die Ueberschriften jeder Spalte bezeichnen hinreichend den Gegenstand, auf welchen sich die darunterstehenden Zahlenreihen beziehen. Die erste giebt den Winkel zwischen dem Säulenpaar und dem Wärmebündel, von der Fläche an gemessen. Die zweite und vierte geben die Bogen, von 0° aus, welche der Galvanometerzeiger zunächst beschrieb, sobald bei Errichtung der Gemeinschaft mit der strahlenden Quelle die Wärme durch die beiden Säulen, bei paralleler und bei

rechtwinklicher Stellung ihrer Refractionsebenen, zum Thermoskop gelangte. Jede darin enthaltene Zahl ist durch eine Reihe von zehn Versuchen festgestellt. Die dritte und fünfte Spalte enthalten die Intensität der Kräfte, die den Bogen in der zweiten und vierten entsprechen. Die letzte Spalte endlich enthält die Menge der Wärme, welche von 100 im Fall des Parallelismus der Refractionsebenen durchgelassenen Strahlen polarisirt wird; eine Menge, die man, wie oben bemerkt, leicht erhält, wenn man den Unterschied der beiden Kräfte, die der parallelen und der senkrechten Stellung entsprechen, mit 100 multiplicirt und das Produkt durch die erste dieser Zahlen dividirt.

Diese polarisirte Wärme oder, mit andern Worten, diese bei Kreuzung der Refractionsebenen verschwindende Wärme, wird weder zerstört noch absorbirt, sondern blofs reflectirt, wie das Licht bei seiner Polarisation. Um sich davon zu überzeugen, braucht man nur zwei von unsern aus 20 oder 30 Blättchen bestehenden Säulen zu nehmen, sie um 30° oder 40° gegen die Axe der Strahlung zu neigen, und zuvörderst die parallele und verticale Lage zu geben. Man nehme darauf den thermoskopischen Körper von seiner Stelle, bringe ihn seitwärts in gleiche Entfernung von der hinteren Säule, immer gegen sie gewandt, doch so, dafs die Axe seiner cylindrischen Hülle mit dem vorderen Blättchen einen Winkel mache gleich dem, welcher, auf der andern Seite der Normale, das einfallende Wärmebündel macht. Die Wirkung der Reflexion, die offenbar in der Richtung, in welcher der thermoskopische Körper befindlich ist, vor sich gehen mufs, ist alsdann aufserordentlich schwach, und die Galvanometernadel weicht kaum um einige Grade von ihrer natürlichen Gleichgewichtslage ab; denn die von der ersten Säule durchgelassene Wärme gelangt zur zweiten und geht, wegen des Parallelismus der Refractionsebenen, durch dieselbe. Wenn man aber die andere

Säule so dreht, dafs ihre Refractionsebene rechtwinklich gegen die der hinteren Säule zu stehen kommt, während man alles Uebrige in demselben Zustande läfst, so tritt sogleich eine starke Ablenkung des Galvanometers ein, zum Beweise, dafs an der Oberfläche der zweiten Säule eine sehr reichliche Reflexion von Wärme stattfindet; allein gerade wenn die Refractionsebenen rechtwinklich gestellt sind, gelangt, bei den Polarisationsversuchen, ein grofser Theil der Wärme nicht mehr zum Thermoskop.

Hier nun unsere acht Tafeln:

Neig. d. Säulen gegen d. Strahl.	Wärmedurchgang, wenn die Refractionsebenen parallel.		rechtwinklich.		Von 100 beim Parallelismus der Refractionseb. durchgelassenen Strahlen polarisirt.
	Impulsions-Bogen.	Kräfte.	Impulsions-Bogen.	Kräfte.	
	Tafel I. Säulen von 3 Blättchen.				
45°	35°,29	31,68	32°,01	29,12	8,08
43	34 ,99	31,52	30 ,77	27,78	11,87
41	34 ,24	21,12	29 ,55	26,18	15,87
39	33 ,58	30,55	28 ,13	24,49	19,84
37	32 ,84	29,81	26 ,22	22,70	23,85
35	31 ,78	28,88	24 ,23	20,86	27,77
33	30 ,71	27,70	21 ,98	18,87	31,87
31	29 ,44	26,04	19 ,40	16,73	35,76
29	27 ,41	23,81	16 ,53	14,35	39,73
27	24 ,57	31,18	13 ,63	11,90	43,81
25	21 ,24	18,25	10 ,94	9,54	47,73
23	17 ,31	15,01	8 ,27	7,22	51,89
21	13 ,31	11,63	5 ,88	5,15	55,72
19	9 ,22	8,02	3 ,71	3,24	59,60
17	5 ,02	4,39	1 ,83	1,60	63,55
	Tafel II. Säulen von 5 Blättchen.				
45°	35°,92	32,01	28°,54	24,95	22,06
43	35 ,69	31,89	27 ,01	23,45	26,46
41	35 ,42	31,75	25 ,16	21,73	31,56
39	35 ,21	31,64	23 ,47	20,15	36,31
37	34 ,33	31,17	21 ,39	18,38	41,03
35	33 ,30	30,26	19 ,75	16,46	45,61

Neig. d. Säulen gegen d. Strahl.	Wärmedurchgang, wenn die Refractionsebenen parallel.		rechtwinklich.		Von 100 beim Parallelismus der Refractionseb. durchgelassenen Strahlen polarisirt.
	Impulsions-Bogen.	Kräfte.	Impulsions-Bogen.	Kräfte.	
	Tafel II. Säulen von 5 Blättchen.				
33°	31°,64	28,74	16°,39	14,23	50,49
31	29 ,71	26,38	13 ,80	12,03	54,39
29	27 ,38	23,79	11 ,29	9,85	58,59
27	23 ,70	20,36	8 ,72	7,61	62,62
25	20 ,04	17,23	6 ,60	5,77	66,51
23	16 ,01	13,91	4 ,74	4,14	70,24
21	11 ,71	10,24	3 ,06	2,68	73,83
19	7 ,58	6,63	1 ,71	1,50	77,37
17	3 ,42	2,99	0 ,66	0,58	80,60
	Tafel III. Säulen von 10 Blättchen.				
45°	29°,82	26,53	17°,21	14,93	43,73
43	31 ,41	28,49	16 ,48	14,31	49,77
41	33 ,29	30,24	15 ,36	13,32	55,95
39	35 ,19	31,63	13 ,95	16,16	61,56
37	36 ,46	32,50	12 ,31	10,77	66,86
35	36 ,86	32,88	10 ,63	9,26	71,84
33	36 ,72	32,75	8 ,90	7,75	76,34
31	33 ,79	30,76	6 ,92	6,05	80,33
29	30 ,94	28,00	5 ,25	4,59	83,61
27	27 ,89	24,25	3 ,72	3,25	86,60
25	23 ,19	19,89	2 ,44	2,14	89,24
23	17 ,60	15,26	1 ,55	1,36	91,09
	Tafel IV. Säulen von 15 Blättchen.				
45°	24°,12	20,75	9°,30	8,09	61,01
43	27 ,08	23,51	8 ,95	7,79	66,87
41	29 ,59	26,23	8 ,16	7,13	72,82
39	31 ,66	28,76	7 ,23	6,32	78,03
37	33 ,79	30,77	6 ,15	5,38	82,51
35	35 ,58	31,83	4 ,99	4,36	86,30
33	35 ,44	31,76	3 ,90	3,40	89,29
31	32 ,13	29,22	2 ,90	2,54	91,31
29	29 ,04	25,52	2 ,14	1,87	92,67
27	24 ,41	21,03	1 ,55	1,36	93,53
25	18 ,23	15,78	1 ,07	0,94	94,04
23	12 ,05	10,54	0 ,68	0,60	94,31

Neig. d. Säulen gegen d. Strahl.	Wärmedurchgang, wenn die Refractionsebenen parallel. Impulsions-Bogen.	Kräfte.	rechtwinklich. Impulsions-Bogen.	Kräfte.	Von 100 beim Parallelismus der Refractionseb. durchgelassenen Strahlen polarisirt.
Tafel V. Säulen von 20 Blättchen.					
45°	21°,23	18,24	6°,56	5,74	68,53
43	24 ,60	21,23	6 ,51	5,69	73,20
41	28 ,08	24,44	6 ,22	5,44	77,74
39	30 ,66	27,63	5 ,68	4,97	82,01
37	33 ,55	30,52	5 ,00	4,37	85,01
35	36 ,21	32,25	4 ,24	3,70	88,53
33	36 ,18	32,22	3 ,41	2,98	90,75
31	34 ,60	29,50	2 ,52	2,21	92,51
29	27 ,63	24,01	1 ,68	1,47	93,88
27	21 ,52	18,49	1 ,13	0,99	94,64
25	14 ,41	12,53	0 ,73	0,64	94,89
23	8 ,31	7,26	0 ,41	0,36	95,04
Tafel VI. Säulen von 25 Blättchen.					
45°	18°,57	16,05	4°,17	3,64	77,32
43	22 ,78	19,53	4 ,19	3,66	81,26
41	26 ,51	22,97	4 ,00	3,49	84,81
39	29 ,71	26,39	3 ,71	3,24	87,72
37	32 ,45	29,48	3 ,28	2,84	90,33
35	35 ,42	31,75	2 ,61	2,39	92,47
33	35 ,56	31,82	2 ,20	1,93	93,93
31	31 ,75	28,85	1 ,73	1,52	94,73
29	27 ,20	23,62	1 ,33	1,17	95,05
27	20 ,51	17,63	0 ,99	0,87	95,06
25	13 ,13	11,48	0 ,65	0,57	95,03
23	6 ,90	6,03	0 ,34	0,30	95,02
Tafel VII. Säulen von 30 Blättchen.					
45°	16°,92	14,68	2°,73	2,39	83,72
43	21 ,50	18,47	2 ,74	2,40	87,01
41	25 ,84	22,18	2 ,52	2,21	90,04
39	29 ,36	25,93	2 ,30	2,01	92,25
37	32 ,38	29,43	2 ,12	1,86	93,68
35	35 ,96	32,03	1 ,90	1,67	94,79
33	36 ,53	32,56	1 ,83	1,60	95,09
31	31 ,90	29,01	1 ,62	1,42	95,11

Neig. d. Säulen gegen d. Strahl.	Wärmedurchgang, wenn die Refractionsebenen parallel.		rechtwinklich.		Von 100 beim Parallelismus der Refractionseb. durchgelassenen Strahlen polarisirt.
	Impulsions-Bogen.	Kräfte.	Impulsions-Bogen.	Kräfte.	
Tafel VII. Säulen von 30 Blättchen.					
29°	27°,11	23,24	1°,30	1,14	95,16
27	19 ,89	17,13	0 ,94	0,83	95,15
25	12 ,33	10,79	0 ,59	0,52	95,18
25	5 ,81	5,68	0 ,28	0,25	95,08
Tafel VIII. Säulen von 35 Blättchen.					
45°	14°,69	12,75	1°,71	1,50	88,24
43	19 ,35	16,69	1 ,72	1,51	90,95
41	23 ,86	20,51	1 ,63	1,43	93,03
39	27 ,99	24,34	1 ,56	1,37	94,35
37	30 ,83	27,85	1 ,60	1,40	94,97
35	33 ,88	30,86	1 ,74	1,52	95,07
33	34 ,93	31,49	1 ,76	1,54	95,11
31	30 ,89	27,93	1 ,57	1,38	95,06
29	25 ,67	22,19	1 ,24	1,09	95,09
27	18 ,23	15,78	0 ,88	0,77	95,12
25	10 ,92	9,52	0 ,53	0,47	95,06
23	4 ,34	3,79	0 ,22	0,19	94,99

Aus den in diesen Tafeln enthaltenen Zahlenwerthen ergeben sich nachstehende Folgerungen:

1. Der Antheil der von den Säulen polarisirten Wärme ist desto gröſser, als der Winkel, unter welchem die Strahlen deren Oberflächen treffen, kleiner ist.

2. Mit Säulen von einer hinlänglichen Anzahl Blättchen erreicht die Wärmepolarisation bei einem gewissen Neigungswinkel ein Maximum, und auf diesem bleibt sie bei allen kleineren Neigungen, welche die Strahlen successiv mit den Blättchen machen können.

3. Die (immer von der Fläche ab gezählte) Neigung, bei welcher der unveränderliche Werth eintritt, nimmt zu mit der Anzahl der Blättchen in den Säulen.

Was den Werth dieser Polarisationsgränze betrifft,

so ist er fast constant bei allen Reihen, und entfernt sich nicht viel von der vollständigen Polarisation oder $\frac{100}{100}$. Ohne Zweifel würde er sie ganz erreichen, wenn die optischen Axen aller Blättchen beider Säulen sich genau in der Richtung befänden, die erforderlich ist, um die Wirkung der Krystallisation unwahrnehmbar zu machen, und wenn alle in das Säulenpaar eingeführten Wärmestrahlen genau parallel wären, was streng zu erreichen aufserordentlich schwierig, wo nicht gar unmöglich ist. Als ich mein Auge, während der Kreuzung der Refractionsebenen, an die Stelle des Thermoskops brachte, nahm ich durch das Säulenpaar immer mehr oder weniger deutliche Spuren von Färbung gewahr. Diese Farben zeigen genugsam, dafs selbst das Licht durch meine Glimmersäulen nicht vollständig polarisirt wurde, und ich zweifle kaum, dafs, wenn man bei den Neigungen, bei denen die Säulen ihren Maximum-Effect gaben, die Grade der Lichtpolarisation mit Genauigkeit gemessen, man einen sehr nahe an 0,95 kommenden Werth gefunden hätte, wie es bei dem Maximum der Wärmepolarisation der Fall war.

Schon Herr Biot hat bemerkt, dafs die durch Refraction polarisirte Menge Licht unbegränzt mit dem Einfallswinkel wächst, so dafs das Maximum bei der gröfsten Schiefe stattfindet, unter welcher die Lichtstrahlen noch in die Substanz der brechenden Blättchen eindringen können.

Ueberdiefs hat Herr Brewster gefunden, dafs Kerzenlicht in einer Entfernung von 10 bis 12 Fufs vollständig polarisirt wird durch 8 Platten von Kronglas bei 10°49′ Neigung, durch 27 solcher Platten bei 32°50′, und durch 47 Platten bei 48°19′, so dafs, von der senkrechten Incidenz ausgegangen, der *Gränzwinkel*, bei dem die vollständige Polarisation anfängt, sich desto mehr der Normale nähert, als die Zahl der polarisirenden Lamellen gröfser ist.

Die Gesetze für die Polarisation durch Refraction sind demnach beim Licht und bei der Wärme ganz gleich.

Eine sehr einfache Betrachtung der Zahlen in der zweiten oder dritten Spalte der sechs letzten Tafeln wird uns zeigen, dafs die Wärmestrahlen auch durch Reflexion polarisirt werden, dafs dabei eine gewisse Incidenz ein Maximum der Polarisation giebt, und dafs die beiden Polarisationsebenen, welche der strahlenden Wärme durch die Wirkung der Refractions- und Reflexionskräfte ertheilt werden, rechtwinklich gegen einander sind.

Betrachtet man einen Gegenstand durch eine Platte von Glas, oder einer andern durchsichtigen Substanz, unter einer immer mehr und mehr gegen die Ebene der Platte geneigten Richtung, so sieht man ihn allmälig an Intensität abnehmen, in dem Maafse als man die Schiefe vermehrt. Diefs ist leicht begreiflich, weil die Strahlen, welche schief auf die Platte fallen, eine gröfsere Glasdicke durchdringen und folglich eine stärkere Absorption erleiden als die Strahlen, die eine der Normale näher liegende Richtung befolgen. Allein selbst wenn die Platte vollkommen klar wäre, unter jeder Incidenz alles eindringende Licht durchliefse, würde man doch mit zunehmender Neigung eine Abnahme der Intensität wahrnehmen, weil die Lichtstrahlen eine theilweise Reflexion an den beiden Oberflächen der Platte erleiden, eine Reflexion, die anfangs schwach und bei Winkeln von 30 bis 40° von der Normale beinahe constant ist, die aber bei gröfseren Neigungen rasch zunimmt, so dafs der unter einer gegen die Oberfläche der Platte sehr schiefen Richtung durchgehende Strahl blofs vermöge der Reflexion einen sehr starken Antheil seiner Intensität verliert.

Dieselben Erscheinungen zeigen sich auch bei zwei oder mehren hinter einander liegenden Platten. Allein wenn ihre Zahl auf 30 oder darüber steigt, ist der Vorgang ein ganz anderer.

In der That hält man eine Säule von 40 oder 50

Blättchen anfangs senkrecht gegen die einfallenden Strahlen, und neigt sie dann nach und nach gegen dieselben, so sieht man das durchgelassene Licht, welches bei senkrechtem Einfall nur schwach war, nicht abnehmen mit Anwuchs der Schiefe, sondern im Gegentheil bis zu einer gewissen Neigung immer lebhafter werden, darauf aber stufenweise die erlangte Intensität verlieren und zuletzt erlöschen, wenn die Strahlen, wegen einer übergrofsen Schiefe, nicht mehr in die Glassubstanz eindringen können. Nun ist der Winkel, bei dem der durchgelassene Strahl das Maximum seiner Intensität erlangt, genau der, bei welchem das Licht vollständig durch Reflexion polarisirt wird. Die so auffallende Abweichung von den gewöhnlichen Transmissionsgesetzen ist also Folge einer Polarisation. In der That, nehmen wir zuvörderst an, die Säule neige 35°25', d. h. unter dem Winkel, bei welchem das Licht durch Reflexion von Glas vollständig polarisirt wird. Die bei dieser Neigung gebrochenen Strahlen werden bis zu einer gewissen Tiefe der Säule stark polarisirt seyn; denn wir haben gesehen, dafs das Licht, gleichwie die Wärme, unter jedem Winkel vollständig durch Refraction polarisirt wird, sobald die Zahl der durchdrungenen Blättchen hinreichend grofs ist. Ueberdiefs wissen wir, dafs die Polarisationsebene des gebrochenen Lichts rechtwinklich steht auf der Polarisations- oder Reflexionsebene des reflectirten Lichts. Andrerseits werden die rechtw. gegen die Reflexionsebene polarisirten Strahlen bei 35°25 nicht von Glasplatten reflectirt, sondern dringen ohne Intensitätsverlust in das Glas. Mithin wird das im Innern der Säulen gebrochene Licht, da es, nach dem Durchgange durch eine gewisse Zahl von Platten, in einer auf der Refractionsebene senkrechten Ebene vollständig polarisirt ist, und die folgenden Platten auch unter dem Winkel 35°25' trifft, denselben negativen Effect erleiden, d. h., sie alle durchdringen, ohne durch Reflexion irgend einen Verlust zu erfahren. Allein dieser

totale Durchgang kann nicht mehr bei jeder andern Neigung stattfinden, weil die Strahlen, welche bis zu einer gewissen Tiefe in die Säule eingedrungen und durch Refraction polarisirt worden sind, nur eine unvollständige Polarisation durch die reflectirenden Oberflächen der folgenden Platten erfahren; sie nehmen daher einen Theil ihrer gewöhnlichen Lebhaftigkeit wieder an, einen desto gröfsern, als man sich in diesem oder jenem Sinne mehr von 35° 25′ entfernt Die Verluste des Lichtbündels folgen also derselben Progression, so dafs das durchgelassene Licht seine gröfste Intensität nothwendig beim Winkel der vollständigen Polarisation haben mufs.

Die bekannte Thatsache, dafs Licht durch Reflexion und durch Refraction polarisirt wird, und die eben so bekannte Thatsache, dafs die Ebenen dieser beiden Polarisationen rechtwinklich auf einander stehen, führen also nothwendig zu der Folgerung, dafs das von einer Säule aus vielen durchsichtigen Blättchen durchgelassene Licht das Maximum seiner Intensität beim Winkel der vollständigen Polarisation, durch Reflexion, erreichen mufs.

Umgekehrt, wenn man von der Beobachtung dieses Maximums in dem bei verschiedenen Neigungen der Säule durchgelassenen Lichte ausgeht, so wird man daraus herleiten müssen: das Daseyn zweier Polarisationen, den Winkel, bei dem die Polarisation durch Reflexion vollständig ist, und die Rechtwinklichkeit der beiden Polarisationsebenen.

Diefs ist nun genau der Fall beim Durchgange der strahlenden Wärme durch Glimmersäulen; denn untersucht man die in den beiden ersten Spalten der sechs letzten Tafeln enthaltenen Zahlen, so sieht man, dafs der Durchgang durch die Reihe der parallelen Blättchen bis zu einem Winkel zwischen 33° und 35° zunimmt mit der Neigung, und jenseits dieser Gränze wieder abnimmt.

(Schlufs im nächsten Heft.)

IV. *Temperatur im Bohrloche zu Grenelle bei Paris.*

(Vergl. Ann. Bd. 38. S. 416 und Bd. 39. S. 588.)

Ende Aprils 1837 hatte diefs Bohrloch die Tiefe von 400 Meter oder 1231 par. Fufs erreicht, und es wurden von Herrn Arago, gemeinschaftlich mit Herrn Dulong, dem Herr Magnus eins seiner Geothermometer (Ann. Bd. XXII. S. 136) übersandt hatte, mit diesem Instrument, mit zwei Bunten'schen Thermometrographen (die mit einem von Haarfedern gehaltenen Stahlläufer versehen und in eine kupferne Röhre luftdicht eingeschlossen sind) und einem Walferdin'schen Thermometer (auf gleichem Princip wie das Magnus'sche Instrument beruhend, aber in eine Glasröhre hermetisch eingeschlossen) die Temperatur beobachtet. Die Instrumente wurden am 29. April Abends hinabgelassen und am 1. Mai Morgens wieder heraufgezogen. Die Resultate waren:

Bunten's Thermometrograph No. 1.		+ 23°,5 C.
„ „ „ 2.		+ 23 ,4 „
Magnus's Geothermometer „	zwischen	+ 23 ,5 „
	und	+ 23 ,7 „
Walferdin's Thermometer „		+ 23 ,5 „

Ausgehend von 10°,6 der mittleren Bodentemperatur von Paris, hat man hiernach 23,5—10,6=12°,9 C. für 400 Meter oder 1° C. für 31 Meter.

Nimmt man dagegen zum Ausgangspunkt 11°,7, die Temperatur des Kellers der Sternwarte in 28 Meter Tiefe, so hat man 23°5—11,7=11°,8 für 372 Meter, also 1° C. für 31,5 Meter.

Einige Tage darauf, als nach Herrn Walferdin's Angabe der Schlamm etwas dünner war, hat derselbe, ebenfalls in 400 Metern Tiefe, folgende Temperaturen beobachtet:

mit seinem Instrument	23,77 und 23,74	Mittel	23°,75 C,
mit zwei Thermometrograph.	23,7 u. 23,8	„	23 ,75 C.

Die Bodentemperatur zum Grunde legend, hat man hiernach 23,75—10,6=13°,15 C. für 400 Meter oder 1° C. für 30,42 Meter. — Mit der Kellertemperatur dagegen 23,75—11,7=12°,05 C. für 372 Meter oder 1 C. für 30°,87 (*Compt. rend.* 1837. I. 783 und 977.)

V. *Ueber die Erwärmung im Schliefsungsbogen der elektrischen Batterie; von Peter Riefs.*

Im vierzigsten Bande dieser Annalen, Seite 335 bis 348, habe ich die Versuche mitgetheilt, aus welchen für die Temperaturerhöhung eines Drahtes, der sich im Schliefsungsbogen einer elektrischen Batterie befindet, folgender Ausdruck gefunden wird:

$$T = \frac{\beta}{r^4} \frac{q^2}{s}.$$

Die Temperaturerhöhung (T) des Drahtes ist direct proportional dem Quadrate der angehäuften Elektricitätsmenge (q); umgekehrt proportional dem Biquadrate seines Halbmessers (r), multiplicirt in die Gröfse der Oberfläche (s), der angewandten Batterie.

Diefs gilt in aller Strenge für den Fall, dafs die Einschaltung der verschieden dicken Drähte die Zeit der elektrischen Entladung, durch welche die Erwärmung verursacht wird, nicht merklich ändere; eine Bedingung, die dadurch erfüllt wurde, dafs wir den Schliefsungsbogen aus vielen lose verbundenen Stücken zusammensetzten, die zu prüfenden Drähte kurz und von nicht zu geringer Dicke wählten. Ich werde zu gleichem Zwecke ein einfaches Mittel im Verlaufe dieser Abhandlung angeben, die zunächst dazu bestimmt ist, den Einflufs verschiedener noch nicht betrachteter Veränderlichen auf die Erwärmung des Schliefsungsbogens darzulegen. Diese Veränderlichen sind: 1) die Länge des untersuchten Drahtes, 2) die Länge des ganzen Schliefsungsbogens, 3) die Dicke desselben, 4) die Unterbrechungen in demselben. Der Einflufs, den der Stoff des untersuchten Drahtes, der Stoff des ganzen Schliefsungsbogens, die Temperatur einzelner Stellen desselben auf die betrachtete Erscheinung ausüben, bleibt einer spätern Untersuchung vorbehalten.

Bei Vergleichung der im Folgenden dargelegten Resultate mit den durch die Magnetnadel an der galvanischen Kette gewonnenen, kann die Uebereinstimmung nicht übersehen werden, die zwischen einigen von ihnen stattfindet. Ich habe auf diese Uebereinstimmung nicht aufmerksam gemacht, ja sogar absichtlich in der Darstellung Bezeichnungen vermieden, die an den Galvanismus erinnern könnten. Nicht an theoretischen Betrachtungen und Analogieen scheint mir die Elektricitätslehre Mangel zu haben, wohl aber an sicher begründeten Versuchen. Nur wenn von diesen ein hinreichender Fond vorhanden sein wird, zu dem ich einen nützlichen Beitrag gegeben zu haben wünsche, dürfte es an der Zeit seyn, die Gränze zwischen der Elektricitätslehre und der fleifsiger bearbeiteten Lehre vom Galvanismus zu verrücken. Die Formeln und übrigen Ergebnisse der vorliegenden Untersuchung sind, wie die der früheren, als reine Folgerungen aus Versuchen zu betrachten. Wenn bei ihnen die theoretische Ansicht häufiger zur Sprache kommt, nach welcher ich mir die Wärmeerregung durch Elektricität denke, so habe ich damit zuvörderst eine bequeme Ausdrucksweise gewinnen und den Faden bezeichnen wollen, der mich bei Anstellung der Versuche leitete. Ob diese Ansicht wirklich die richtige sey, bleibt daher für jetzt völlig gleichgültig.

Ehe wir an unsere Aufgabe gehen, ist noch Einiges über das Luftthermometer zu sagen, an dem ich überdiefs eine Aenderung anbrachte, um den darin ausgespannten Platindraht bequemer und sicherer als früher mit dem Schliefsungsbogen zu verbinden. Sichere und gute Verbindung der einzelnen Theile dieses Bogens ist ein Haupterfordernifs für das Gelingen der hier zu besprechenden Versuche, die nur deshalb fein zu nennen wären, weil man mit der gröfsten Aufmerksamkeit zu sehen hat, dafs diese Bedingung erfüllt sey. Ueberall, wo Elektricität übergeht oder übergehen könnte, müssen

die

die leitenden Oberflächen stets in demselben Zustande bleiben. Ich habe Fälle gehabt, wo die Oxydschicht, die sich nach einer gröſsern Anzahl von Versuchen an den Kugeln der Maaſsflasche und des Entladungsapparats vorfindet, und die ich fortzunehmen vergaſs, ganze Beobachtungsreihen auf das Bunteste verwirrte.

Das Luftthermometer.

Ich erinnere daran, daſs unser Luftthermometer im Wesentlichen aus einer geneigten Glasröhre von 200‴ Länge besteht, an deren einem Ende ein Gefäſs, an deren anderem eine Glaskugel angesetzt ist. Die Kugel ist an drei Stellen geöffnet und mit aufgekitteten durchbohrten Fassungen versehen, von welchen zwei diametral gegenüber liegen. Diese beiden Oeffnungen und Fassungen lieſs ich nun volle 2‴ weit machen, so daſs ein 2‴ dicker 7‴,8 langer Messing-Cylinder durch dieselben leicht hindurchging. Jeder dieser Cylinder hatte an dem einen auſserhalb der Kugel befindlichen Ende eine männliche Schraube mit vorragender Schraubenmutter; an dem andern Ende war derselbe conisch ausgeschliffen, und die Höhlung setzte in eine weibliche Schraube fort. Ein kleiner Kegel, der an seiner Basis aufgeschnitten war, und an seiner Spitze in eine männliche Schraube verlief, wurde in jene Höhlung eingeschraubt, und preſste dabei einen in seine Spalte gelegten Drath unverrückbar fest[1]). Diese Kegelklemme ist mir vom Mechanikus Kleiner angegeben worden. Die Thermometerkugel wird nun folgendermaaſsen mit ihrem Drahte versehen: Man legt die beiden Einsatzcylinder frei neben-einander, und befestigt in den Kegelklemmen derselben den gewählten Platindraht, den man, wenn er für die Kugel zu lang sein sollte, spiralförmig aufwindet. Von dem einen Einsatzstück wird sodann die äuſsere Schraubenmutter abgenommen, und statt derselben ein Stab von der Länge des Kugeldurchmessers aufgeschraubt, den man leicht mit

1) Die Zeichnung dieser Vorrichtung s. Dove, *Repert. d. Phys. Bd.* II.

den Klemmen und dem Drahte durch die Kugel zieht. Man nimmt alsdann den Stab ab und spannt mit der wieder aufgesetzten Schraube den Draht fest.

Die Hülsen, welche über die Ansätze der Thermometerkugel geschraubt sind, haben an ihren Enden conische Oeffnungen, in welche die Verbindungsdrähte gesteckt werden. In die Oeffnung des einen Ansatzes paſste das Ende eines 6¼″ langen und 1‴,7 dicken Kupferdrahtes, an welchem der ableitende Kupferstreifen (30″ lang, 11‴ breit, $\frac{1}{8}$‴ dick) befestigt war, der gegen den von der äuſsern Batteriebelegung zur Maaſsflasche gehenden Kupferdraht stark federte. Dieser letzte Draht war 17″ lang und 1‴,7 dick; sein Ende wurde in die verticale Oeffnung eines mit dem Boden des Batteriekastens verbundenen Metallstückes gesteckt, und daselbst durch eine seitliche, in die Oeffnung ragende Schraube festgedrückt. Wir wollen dieſs Befestigungsmittel (englisch *gallow-screw*), das im Schlieſsungsbogen öfters gebraucht wird, Druckschraube nennen. Die hier beschriebene Verbindung des Thermometers mit der äuſsern Belegung der Batterie wurde bei allen Versuchen gebraucht; von der innern Belegung aus blieb nur der von der ersten Flasche hinabgehende Draht und der mit ihm verbundene Entladungsapparat (s. vorige Abhandl.) unverändert. Zwischen der äuſsern Kugel dieses Apparats und dem freien Ansatze des Thermometers wurden verschiedene Verbindungsstücke angebracht, die an passender Stelle beschrieben werden.

Wir werden im Folgenden aus den Anzeigen des Thermometers häufig die wirklichen Temperaturerhöhungen des in demselben befindlichen Drahtes zu berechnen haben, ich stelle deshalb die vollständige Formel her, die zu diesem Zwecke in der vorigen Abhandlung entwickelt wurde.

$$T=\left(\frac{1}{\alpha}+t\right)\left(\frac{\cos\varphi}{nb}+\frac{1}{v}\right)\left(\frac{Vc\gamma}{\pi g\,Clr^2(1+\alpha t)}+1\right)\Theta.$$

Bei den frühern, im Winter angestellten Versuchen war die Temperatur des Zimmers (t) nahe immer dieselbe, wir konnten deshalb die Luftmasse in der Thermometerkugel constant annehmen; hier ist diese Masse, da viele Versuche im Herbst angestellt wurden, zuvörderst veränderlich gesetzt worden. Die Bedeutung der Buchstaben ist folgende: T Temperatur-Erhöhung des Drahtes in Cent. Graden; Θ Anzeige des Thermometers in paris. Linien.

Des Drahtes in der Kugel: Länge l, Halbmesser r, spec. Gewicht g, Wärmecapacität C.

Der Luf in der Kugel; Volumen V, spec. Gewicht bei 0° und 336‴ Druck γ, Wärmecapacität bei ungeändertem Volumen c, Ausdehnungsfactor für 1° Cent. α.

Neigung der Thermometerröhre gegen die Verticale φ, Normalbarometerstand b, spec. Gewicht des Quecksilbers gegen das der Flüssigkeit in der Röhre n, Inhalt der Kugel in Einheiten der Skale v.

Bei dem in dieser Abhandlung gebrauchten Instrumente, dessen Kugel ungefähr $3\frac{1}{2}''$ Diam. hatte, war: $V=40766$ Kub. Linien, $v=320307$, $\varphi=83\frac{1}{2}°$, $n=15$[1]).

Der Einfluſs einer Barometeränderung auf Θ ist sehr unbedeutend, wie sich aus Berechnung der früher gegebenen Correctionsformel ergiebt. Für den ungünstigsten Fall, der übrigens niemals vorgekommen ist, wo nämlich ein Platindraht 0″,1 dick, 5‴,0 lang im Thermometer befindlich wäre, und das Barometer sich von 336‴ um ± 10‴ änderte, würde die zugehörige Aenderung von Θ sein

$$d\,\Theta = \mp 0{,}00355\,\Theta,$$

die durchaus zu vernachlässigen ist. Um den Einfluſs

1) Das spec. Gewicht der Flüssigkeit (Schwefelsäure, Cochenille, Alkohol) wurde durch unmittelbare Wägung 0,9193 und damit $n=14{,}78$ gefunden. Da indeſs vor dem Einbringen der Flüssigkeit die Röhre mit Alkohol befeuchtet wurde, so ist für n der runde Werth 15 genommen.

einer Aenderung der Luft-Temperatur zu beurtheilen, schreiben wir die obige Gleichung so:

$$T = \frac{1}{\alpha}\left(\frac{\cos\varphi}{nb} + \frac{1}{v}\right)\left(\frac{Vc\gamma}{\pi g C l r^2} + (1+\alpha t)\right)\Theta.$$

Es wird daher, wenn eine Beobachtung bei der Temperatur t gemacht ist, für eine Temperatur t' die Anzeige des Thermometers Θ zunehmen um

$$d\Theta = -\frac{\alpha}{\frac{Vc\gamma}{\pi g C l r^2} + (1+\alpha t)}\,\Theta(t'-t).$$

Hätte sich im frühern Beispiele die Lufttemperatur 15° um ± 10° geändert, so würde das beobachtete Θ zunehmen um

$$d\Theta = \mp 0{,}0000948\,\Theta.$$

Die Beobachtung wird also ganz unmerklich geändert, selbst durch so grofse Aenderungen der Temperatur, wie wir sie bei Anwendung des Instruments uns nicht erlauben dürfen. Es ist nämlich nicht zu übersehen, dafs T, die Temperaturerhöhung des Drahtes, selbst abhängig ist von t, seiner anfänglichen Temperatur, welche Abhängigkeit wir bis jetzt noch nicht in Rechnung zu bringen vermögen. Wir werden daher bei Beobachtungen, die vergleichbar sein sollen, die Temperatur des Zimmers nicht allzu verschieden sein lassen. Dieselbe ist bei allen folgenden Versuchen 15° C. angenommen, und war in der That selten 5° davon verschieden. Zur Berechnung von T wenden wir die zuerst geschriebene Form der Gleichung an, die zur logarithmischen Rechnung sehr bequem ist. Sucht man nämlich mit den angegebenen und sonst bekannten Werthen die Constanten ein- für allemal, so erhält man:

$$\log T = 7{,}86885 + \log(B+1) + \log\Theta$$

$$\log B = (0{,}65678 - \log r^2) - \log l,$$

wo l die Länge, r den Halbmesser des Drahtes im Thermometer bezeichnet. Aus dem beobachteten Θ findet sich hieraus T, mit Hülfe der Gaufs'schen Logarithmen, auf

sehr expedite Weise. Die Beobachtungen am Luftthermometer sind unabhängig von dem Zustande der Atmosphäre, unter der Bedingung, daſs sich dieser Zustand während des Verschlusses der Kugel nicht ändere. Bei stürmischer, schnell veränderlicher Witterung wird man daher nicht auf sichere Beobachtungen rechnen können.

1. Einfluſs der Länge des untersuchten Drahtes auf seine Erwärmung.

Die feste Kugel des Entladungsapparats wurde durch einen 25¼″ langen, 1‴,4 dicken Messingdraht mit dem Arm eines Henley'schen Ausladers verbunden, von dem ein 7″,3 langer, 1‴,4 dicker Draht nach dem freien Ansatze des Thermometers ging. In die Kugel des Thermometers wurde successiv Platindraht von demselben Halbmesser r, aber von verschiedener Länge l gebracht. Die Kugeln der Maaſsflasche standen, wie in der Folge überall, in der Entfernung 1‴. Θ ist Mittel aus 2 Beobachtungen. Ich theile die Beobachtungen überall vollständig mit, obgleich wir aus jeder Gruppe derselben nur eine Constante gebrauchen und berechnen. Diese Constante, die Aenderung des Thermometers für $\frac{q^2}{s}=1$ bezeichnen wir mit $\Theta_{\prime}$, die ihr entsprechende Erwärmung des Drahtes mit $T_{\prime}$. Die Zahl $\Theta_{\prime}$ ist der Mittelwerth der einzeln berechneten Constanten, und nicht nach einer strengeren Methode gesucht, die durchgängig einen geringern, aber weniger zu rechtfertigenden Werth gegeben haben würde. Es ist nämlich zu bedenken, daſs die gröſseren Werthe der Erwärmung nie zu groſs, sondern stets zu gering beobachtet werden, weil hier die vernachlässigte Erkaltung der Luft durch die Glashülle bedeutend wird.

$l = 41''',9 \quad \Theta = 0{,}59 \frac{q^2}{s}$.

s.	3.		4.		5.	
q	beob. Θ	ber.	beob. Θ	ber.	beob. Θ	ber.
3	2,3	1,8				
4	3,5	3,1				
5	5,5	4,9	4,0	3,7		
6	7,0	7,1	5,7	5,3	4,0	4,2
7	9,2	9,6	7,2	7,2	5,7	5,8
8	11,8	12,6	9,5	9,4	7,5	7,5
9	15,4	15,9	11,9	11,9	9,4	9,6
10			14,1	14,7	11,9	11,8
11					13,9	14,3

$l = 85''',7 \quad \Theta = 1{,}03 \frac{q^2}{s}$.

s.	3.		4.		5.	
q	beob. Θ	ber.	beob. Θ	ber.	beob. Θ	ber.
3	4,0	3,1				
4	6,1	5,5	5	4,1		
5	9,5	8,6	6,5	6,4	5	5,1
6	12,1	12,4	9,8	9,3	7,5	7,4
7	16,7	16,8	12,2	12,6	9,9	10,1
8			15,5	16,5	13,1	13,2
9					15,9	16,7

Der Halbmesser r des Drahtes war 0''',050 gefunden worden. Hiernach ist:

$$\log T_{,} = 7{,}86885 + \log(B+1) + \log \Theta_{,}$$
$$\log B = 3{,}25884 - \log l.$$

Wir erhalten somit:

für Länge 41''',9 Erwärmung $T_{,} = 0°{,}193$.
„ „ 85 ,7 „ 0 ,169.

Die doppelte Länge Platindraht wird also durch dieselbe elektrische Entladung fast eben so warm, wie die einfache Länge. Man konnte schliefsen, dafs der Unterschied, der hier noch bemerkt wird, von einer Verzögerung der Entladung durch den längern Draht herrühre,

und dafs er fortfallen werde, wenn die elektrische Entladung für beide Fälle gleich gemacht würde. Zu diesem Zwecke wurde der Entladungsapparat mit dem einen, das Thermometer aber mit dem andern Arme des Henley-schen Ausladers verbunden. Die Arme endigten in Kegelklemmen, mit welchen ein Stück Platindraht in den Schliefsungskreis eingeschaltet wurde, in jeder Versuchsreihe von solcher Länge, dafs es mit dem Drahte im Thermometer zusammen 129‴,7 mafs. Θ ist einzelne Beobachtung, die nur in wenigen Fällen wiederholt wurde.

$l = 123''',7$ (Einschaltung 6‴)

$$\Theta = 1,32 \frac{q^2}{s}.$$

s.	3.		4.		5.	
q	beob. Θ	ber.	beob. Θ	ber.	beob. Θ	ber.
3	4,7	4,0				
4	7,3	7,0	5,4	5,3		
5	10,7	11,0	8,4	8,3	7,0	6,6
6	15,8	15,8	12,0	11,9	9,6	9,5
7			16,0	16,2	12,7	12,9
8					16,3	16,9

$l = 96''',7$ (Einschaltung 33‴)

$$\Theta = 1,00 \frac{q^2}{s}.$$

s.	3.		4.		5.	
q	beob. Θ	ber.	beob. Θ	ber.	beob. Θ	ber.
4	5,8	5,3				
5	8,9	8,3	6,0	6,2	4,9	5,0
6	12,0	12,0	9,3	9,0	7,1	7,2
7	16,2	16,3	12,3	12,2	9,8	9,8
8			15,6	16,0	12,0	12,8

$l = 67''',7$ (Einschaltung 62''')

$$\Theta = 0,74 \frac{q^2}{s}.$$

s.	3.		4.		5.	
q	beob. Θ	ber.	beob. Θ	ber.	beob. Θ	ber.
4	4,2	3,9				
5	6,4	6,2				
6	9,2	8,9	6,7	6,7		
7	11,6	12,1	9,0	9,1	7,7	7,3
8			12,1	11,8	9,7	9,5
9			14,5	15,0	11,3	12,0
10					13,3	14,8

$l = 42''',0$ (Einschaltung 87''',7)

$$\Theta = 0,46 \frac{q^2}{s}.$$

s.	3.		4.		5.	
q	beob. Θ	ber.	beob. Θ	ber.	beob. Θ	ber.
5	4,3	3,8				
6	5,4	5,5				
7	7,3	7,5	6,2	5,6	5,0	4,5
8	10,2	9,6	7,4	7,4	6,0	5,9
9			8,8	9,3	7,2	7,5
10			10,6	11,5	8,8	9,2

Der Halbmesser r des Platindrahtes, der sowohl im Thermometer als zur Einschaltung benutzt wurde, war 0''',0396. Die Erwärmung $T_{,}$ ist daher nach der Formel zu berechnen:

$$\log T_{,} = 7,86885 + \log(B+1) + \log \Theta_{,}$$
$$\log B = 3,46058 - \log l.$$

Man erhält demnach folgende Uebersicht der Versuche:

Länge l.	$\Theta_{,}$.	$T_{,}$.
123,7	1,32	0°,238
96,7	1,00	0 ,228
67,7	0,74	0 ,239
42,0	0,46	0 ,237
		Mittel 0 ,235

Die Erwärmungen der verschieden langen Drähte entfernen sich so wenig vom Mittel, dafs wir sie unbedingt als gleich annehmen können.

Die Erwärmung, die ein Draht durch die elektrische Entladung erfährt, ist unabhängig von seiner Länge.

Als Nebenresultat folgt aus diesen Versuchen, dafs wir die Stücke, welche den Schliefsungsbogen bilden, beliebig vertauschen können, ohne die elektrische Entladung zu verändern, vorausgesetzt, dafs die Verbindungsstellen stets dieselbe Beschaffenheit behalten. Diefs giebt ein leichtes Mittel ab, das früher gefundene Gesetz über die Erwärmung der Drähte nach Maafsgabe ihrer Dicke an neuen Beispielen zu zeigen, ohne dafs wir an die früher nothwendigen Bedingungen bei der Wahl der Drähte gebunden wären. Man bringt nämlich die beiden Drähte, deren Erwärmungen man mit einander vergleichen will, in beliebiger Länge im Thermometer und zwischen den Armen des Henley'schen Ausladers an, und vertauscht dieselben, wenn die eine Versuchsreihe beendigt ist. Da der Halbmesser der Drähte hier von grofser Bedeutung ist, so will ich die Messungen mit aufführen, aus welchen ich denselben ableitete.

Ich bediente mich diefsmal eines Pistor-Schiek'schen Mikroskops mit 190facher Vergröfserung, in dessen Ocular ein Faden ausgespannt war. Auf dem Objecttisch befand sich ein Plöfsl'sches Schraubenmikrometer (von Kleiner gefertigt), dessen Kopf in 100 Theile getheilt war, von welchen ein Vernier die Zehntel angab. Durch sorgfältige Messung eines Plöfsl'schen Glasmikrometers war der Werth eines solchen Theils 0,001212 par. Linie gefunden worden. Der Faden des Oculars wurde winkelrecht gegen die Bewegung der Schraube gestellt. Nachdem der zu messende Draht mäfsig geglüht war, wurde von jedem seiner Enden ein möglichst gerades Stück abgeschnitten und auf das Mikrometer gelegt. Jede Messung des Durchmessers betrifft eine verschiedene Stelle

des Drahtes, die durch Bewegung der Ajustirschraube in die Mitte des Ocularfadens gebracht worden war.

Draht I. Ende 1) 65,1 65,1 65,5
2) 65,0 65,9 65,8 Mittel 65,4
$r = 0''',039640$ mit wahrsch. Fehl. 0,000084.
II. Ende 1) 38,5 38,5 38,5
2) 38,0 38,2 38,0 Mittel 38,3
$r = 0''',023212$ mit wahrsch. Fehl. 0,000054.
III. Ende 1) 96,6 96,8 96,5
2) 96,1 95,8 95,4 Mittel 96,2
$r = 0''',058304$ mit wahrsch. Fehl. 0,000109.
IV. Ende 1) 60,2 60,1 60,0
2) 59,3 59,2 59,3 Mittel 59,68
$r = 0''',036170$ mit wahrsch. Fehl. 0,000104.
V. Ende 1) 132,9 132,8 132,6
2) 133,1 132,8 132,7 Mittel 132,8
$r = 0''',080486$ mit wahrsch. Fehl. 0,000029.

Die Halbmesser sind in fünf Ziffern ausgeschrieben zur Controlirung der Rechnung, die mit fünfstelligen Logarithmen, welche bei Reduction der Mikrometergrade auf wirkliches Maafs erhalten wurden, geführt ist. — In den folgenden Versuchen ist Θ gröfstentheils einzelne Beobachtung.

Draht I. (Einschaltung V.)

$$r = 0''',0396 \quad l = 86''',2$$

$$\Theta = 1,05 \frac{q^2}{s} \cdot$$

s.	3.		4.		5.	
q	beob. Θ	ber.	beob. Θ	ber.	beob. Θ	ber.
4	6,4	5,6				
5	8,8	8,8	7,0	6,6	6,0	5,3
6	12,0	12,6	9,8	9,5	7,6	7,6
7	15,9	17,2	12,5	12,9	10,4	10,3
8			16,2	16,8	13,0	13,4

Draht V. (Einschaltung I.)

$r = 0''',0805 \quad l = 105''',4$

$$\Theta = 0,25 \frac{q^2}{s}.$$

s.	3.		4.		5.	
q	beob. Θ	ber.	beob. Θ	ber.	beob. Θ	ber.
5	3,0	2,1				
7	4,8	4,1	3,7	3,1		
9	6,8	6,8	5,7	5,1	4,5	4,1
11	9,1	10,1	7,2	7,6	6,0	6;1
13			9,2	10,6	8,0	8,4
15					9,5	11,2

Es ist $\log T_{,} = 7,86885 + \log(B+1) + \log \Theta_{,}$, wo $\log B = 0,65678 - \log r^2 - \log l$, daher für:

Draht I. $\log B = 3,46058 - \log l$
V. $\log B = 2,84534 - \log l.$

Man erhält hiernach für:

Draht I. Erwärmung $T_{,} = 0,2684$
V. - 0,0141.

Legen wir die erste Zahl zu Grunde und berechnen die Erwärmung des zweiten Drahtes nach dem Verhältnisse der Biquadrate der Halbmesser, so ergiebt sich dafür 0,0158. Diefs setzt für Draht V $\Theta_{,} = 0,279$ voraus, so dafs also das aus den Beobachtungen abgeleitete $\Theta_{,}$ zu klein um 0,029 gefunden wäre. Bei einem so dicken Drahte wie V sinkt die Flüssigkeit in der Thermometerröhre sehr langsam, die Erkältung durch die Glashülle wirkt auf alle Erwärmungen vermindernd ein und erklärt die angegebene Differenz.

Draht IV. (Einschaltung III.)

$$r = 0''',036 \quad l = 59''',7$$

$$\Theta = 0,91 \frac{q^2}{s}.$$

s.	3.		4.		5.	
q	beob.	Θ ber.	beob.	Θ ber.	beob.	Θ ber.
4	5,3	4,9	4,0	3,6		
5	7,1	7,6	6,0	5,7	5	4,6
6	10,2	10,9	8,2	8,2	6,8	6,6
7	12,8	14,9	10,7	11,1	8,4	8,9
8					11,0	11,6

Draht III. (Einschaltung IV.)

$$r = 0''',058 \quad l = 100''',4$$

$$\Theta = 0,56 \frac{q^2}{s}.$$

s.	3.		4.		5.	
q	beob.	Θ ber.	beob.	Θ ber.	beob.	Θ ber.
4	3,8	3,0				
6	7,0	6,7	5,7	5,0	4,3	4,0
8	11,2	11,9	9,3	9,0	7,6	7,3
10			13,2	14,0	10,9	11,2
12			16,5	20,2	14,3	16,1

Es ist für IV $\log B = 3,54008 - \log l$
III $\log B = 3,12538 - \log l.$

Daher für Draht IV Erwärmung $T_{,} = 0,3975$
III - 0,0592.

Die Berechnung der Erwärmung nach dem Gesetze der Biquadrate giebt für die letzte Zahl 0,0589, also in vollkommener Uebereinstimmung mit dem Versuche.

Draht II. (Einschaltung I.)

$r = 0''',023 \quad l = 42''',2$

$$\Theta = 0,89 \frac{q^2}{s}.$$

s.	3.		4.		5.	
q	beob.	Θ ber.	beob.	Θ ber.	beob.	Θ ber.
4	5,3	4,8				
5	7,4	7,4	6,0	5,6	4,4	4,4
6	10,3	10,7	8,5	8,0	6,6	6,4
7	14,2	14,5	11,0	10,9	8,4	8,7
8			13,5	14,2	10,7	11,4

Draht I. (Einschaltung II.)

$r = 0''',0396 \quad l = 85''',8$

$$\Theta = 0,62 \frac{q^2}{s}.$$

s.	3.		4.		5.	
q	beob.	Θ ber.	beob.	Θ ber.	beob.	Θ ber.
4	3,8	3,3				
5	5,7	5,2	4,6	3,9		
6	7,2	7,4	5,8	5,6	4,6	4,5
7	9,2	10,1	7,5	7,6	5,9	6,1
8			9,0	9,9	8,0	7,9
9					9,1	10,0

Es ist für II. $\log B = 3,92534 - \log l$

I. $\log B = 3,46058 - \log l$ und hieraus

Erwärmung von II. $T_{,} = 1,3196$

I. 0,1588.

Nach dem Verhältnisse der Biquadrate der Halbmesser berechnet, ist letztere Zahl 0,155. Es ist hierbei zu bemerken, daſs der Draht II schon zu dünn war, um die Batterie vollständig zu entladen; da aber dieser Umstand auch die Erwärmungen des dicken Drahtes trifft, so finden wir den dünnen Draht hier ganz gesetzmäſsig, statt daſs wir in der vorigen Abhandlung einen nur wenig

dünnern und kürzern Draht von der Vergleichung mit den übrigen Drähten gänzlich ausschliefsen mufsten.

Es läfst sich nach diesen Versuchen in aller Strenge behaupten: *Wenn dieselbe Elektricitätsmenge in derselben Zeit durch Drähte gleichen Stoffes, aber von verschiedenen Dimensionen entladen wird, so erfährt jeder dieser Drähte eine Temperaturerhöhung, die unabhängig von der Länge des Drahtes und umgekehrt proportional dem Biquadrate seines Halbmessers ist.* — In jedem Drahte wird also eine Wärmemenge frei, direct proportional der Länge, umgekehrt proportional dem Querschnitte desselben. Diefs ist sehr merkwürdig und kann als Beweis gegen die Materialität der Elektricität dienen.

Empirisch lassen sich unsere Resultate so zusammenfassen: Man denke sich eine Batterie von der Oberfläche s mit der Elektricitätsmenge q geladen, und schliefse dieselbe durch eine Reihe hinter einander folgender Drähte desselben Stoffes, aber von beliebigen Dimensionen. Bezeichnen wir die Drähte mit 1, 2, 3 ... n, wobei die Ordnung, in der sie folgen, gleichgültig ist, so wird die Erwärmung aller dieser Drähte bei der Entladung ausgedrückt durch die Formel:

$$T_n = \frac{\beta}{r_n^4} \cdot \frac{q^2}{s},$$

wo T_n die Temperaturerhöhung des Drahtes n, r_n den Halbmesser desselben, und β eine Constante (die Erwärmung für die Einheiten der Veränderlichen) bezeichnet. Die in den Drähten freiwerdenden Wärmemengen lassen sich nach der Formel berechnen:

$$W_n = \frac{\gamma l_n}{r_n^2} \cdot \frac{q^2}{s},$$

wo W_n die hinzugekommene Wärmemenge im Drahte n, l_n die Länge desselben, und γ eine neue Constante bedeutet.

2. Einfluſs der Länge des Schlieſsungsbogens auf die Erwärmung in demselben.

Bei den bisherigen Versuchen ist uns häufig ein Umstand störend entgegengetreten, den wir entweder ganz zu umgehen, oder dessen Einfluſs wir möglichst gering zu machen suchten. Indem wir nämlich die Wirkung einer und derselben elektrischen Entladung auf verschieden abgemessene Drähte bestimmen wollten, fand es sich, daſs die Entladung selbst durch die Einschaltung der verschiedenen Drähte eine Aenderung erlitten hatte, oder, wie wir es bezeichneten, daſs die Zeitdauer derselben nicht dieselbe geblieben war. Wir wollen nun zuerst den Einfluſs bestimmen, den eine veränderte Länge des Schlieſsungsbogens auf die Zeit der Entladung äuſsert. — Es muſste zu diesem Zwecke Einiges am Apparate verändert, hauptsächlich aber jede lose Verbindung im Schlieſsungsbogen fortgeschafft werden, die früher unserer Absicht förderlich war. Der Henley'sche Auslader wurde durch einen neuen, sehr sorgfältig construirten ersetzt. Jede der beiden Glasstützen desselben trug eine Metallbüchse mit einem vorspringenden massiven Stück, das durchbohrt und mit einer Druckschraube versehen war. In dieser Büchse drehte sich mit harter Reibung die Hülse des Armes, die auſserdem um ein Charnier in der Verticalebene drehbar war. Die Arme waren von Messing, 7" lang, 2''',8 dick und endigten mit Kegelklemmen. Von der festen Kugel des Entladungsapparates, an der ein vorspringendes Metallstück mit einer Druckschraube angebracht wurde, führte ein 27" langer, 1''',7 dicker Messingdraht zur ersten Druckschraube des Henley'schen Ausladers. Von der andern Druckschraube desselben ging ein 9"3''' langer, 1''',7 dicker Messingdraht zu dem freien Ansatze des Thermometers. Die Arme des Ausladers konnten daher beliebig gerichtet werden, ohne die Festigkeit und Continuität des Schlieſsungsbogens zu beeinträchtigen. In einiger Entfernung von

der Batterie wurde ein grofser Rahmen aufgestellt, dessen Querstützen, von gefirnifsten Glasröhren gebildet, 5′ von einander lagen. Um diese Stützen wurde in weiten Gängen eine Länge von mehren Hundert Fufs Kupferdraht (0‴,29 dick) aufgewunden. Es war durch einen Ueberzug von Siegellack dafür gesorgt, dafs auf den Stützen selbst kein Uebergang von Elektricität zu befürchten war. In jeder der beiden Kegelklemmen des Henley'schen Ausladers war ein Stück Kupferdraht (das eine 4′ 3‴,5, das andere 5′ 8‴,5 lang) befestigt, welches in einiger Länge spiralförmig gewunden war. Die beiden freien Enden dieser Kupferdrähte wurden nun an verschiedenen Stellen des langen Drahtes auf dem Rahmen durch mehrfache Umschlingung befestigt. Ich überzeugte mich, dafs diese Art der Befestigung, wenn nur die zu verbindenden Drahtstellen gehörig blank gelegt sind, für unsere Versuche einer Löthung mit Schnellloth beinahe gleichkam. Ich befestigte beide Drähte zuerst in einer Entfernung von 3″ auf dem langen Drahte und stellte eine Versuchsreihe an. Das Ende des einen Drahtes wurde sodann gelöst und an einer andern Stelle des langen Drahtes befestigt. Der Schliefsungsbogen bestand daher in allen Versuchen aus Stücken derselben Beschaffenheit, die in gleicher Weise verbunden waren; nur dafs zwischen den beiden Verbindungsstellen, wo Kupferdraht um Kupferdraht geschlungen war, ein veränderliches Stück desselben Drahtes lag. Wir wollen die erste Versuchsreihe, wo dies Stück 3″ lang war, zu Grunde legen, und die in den übrigen Reihen hinzugekommene Drahtlänge (in pariser Fufsen) mit λ bezeichnen. Im Thermometer befand sich unveränderlich derselbe Platindraht (beiläufig bemerkt Draht I, in einer Länge von 86‴,2). In dem Folgenden ist Θ zumeist einzelne Beobachtung.

$$\lambda=0 \quad \Theta=0{,}78\frac{q^2}{s}.$$

s.	3.		4.		5.	
q	beob. Θ	ber.	beob. Θ	ber.	beob. Θ	ber.
4	4,5	4,2				
5	6,6	6,5	5,1	4,9	4,0	3,9
6	9,2	9,4	7,4	7,0	5,6	5,6
7	12,1	12,7	9,5	9,6	7,7	7,6
8			12,0	12,5	9,8	10,0

$$\lambda=9',6 \quad \Theta=0{,}69\frac{q^2}{s}.$$

s.	3.		4.		5.	
q	beob. Θ	ber.	beob. Θ	ber.	beob. Θ	ber.
4	4,0	3,7				
5	6,0	5,8	4,5	4,3	3,8	3,5
6	8,1	8,3	6,2	6,2	5,2	5,0
7	11,0	11,3	8,7	8,5	6,7	6,8
8			10,7	11,0	8,7	8,8

$$\lambda=49',0 \quad \Theta=0{,}48\frac{q^2}{s}.$$

s.	3.		4.		5.	
q	beob. Θ	ber.	beob. Θ	ber.	beob. Θ	ber.
5	4,3	4,0	3,3	3,0		
6	5,6	5,8	4,3	4,3	3,5	3,5
7	7,2	7,8	5,9	5,9	4,7	4,7
8	9	10,2	7,7	7,7	6,2	6,1
9					7,7	7,8

$$\lambda=98',4 \quad \Theta=0{,}34\frac{q^2}{s}.$$

s.	3.		4.		5.	
q	beob. Θ	ber.	beob. Θ	ber.	beob. Θ	ber.
6	4,2	4,1	3,2	3,1		
7	5,5	5,6	4,3	4,2	3,4	3,3
8	6,9	7,3	5,5	5,4	4,3	4,4
9	8,2	9,2	6,7	6,9	5,4	5,5
10					6,6	6,8

$$\lambda = 147',7 \quad \Theta = 0{,}27 \frac{q^2}{s}.$$

s.	3.		4.		5.	
q	beob. Θ	ber.	beob. Θ	ber.	beob. Θ	ber.
6	3,3	3,2				
7	4,2	4,4	3,7	3,3		
8	5,5	5,8	4,3	4,3	3,7	3,5
9	6,7	7,3	5,2	5,5	4,7	4,4
10			6,9	6,8	5,4	5,4
11					6,4	6,5

$$\lambda = 246',4 \quad \Theta = 0{,}21 \frac{p^2}{s}.$$

s.	3.		4.		5.	
q	beob. Θ	ber.	beob. Θ	ber.	beob. Θ	ber.
6	2,5	2,5				
7	3,6	3,4	2,5	2,6		
8	4,6	4,5	3,4	3,4	2,8	2,7
9	5,5	5,7	4,1	4,3	3,6	3,4
10			5,3	5,3	4,2	4,2
11					5,1	5,1

Da bei diesen Versuchen der Platindraht im Thermometer unverändert blieb, so sind wir der Berechnung der wirklichen Erwärmungen desselben überhoben und können dafür die denselben proportionalen Anzeigen des Thermometers nehmen. Wie man bemerkt, nimmt die Erwärmung des Drahtes mit zunehmender Länge des Schliefsungsbogens bedeutend ab. Eine Erwärmung, die bei der Einschaltung von 10',3 Kupferdraht durch eine geringe Ladung bewirkt wurde, erfordert bei Einschaltung von 256',7 Draht schon eine bedeutende Elektricitätsmenge, und würde bei einer gröfsern Drahtlänge nur durch immer gröfsere elektrische Ansammlungen und Dichtigkeiten erreicht werden können. Man gelangt durch Verlängerung des Drahtes sehr bald zu einer Gränze, an welcher gewisse Erwärmungen, z. B. von 12 Linien,

gar nicht mehr durch die Batterie geleistet werden. Nehmen wir statt des Kupferdrahts ein kleines Stück feuchten Holzes oder eine mit Wasser gefüllte Glasröhre als Zwischenleitung, so ist gleich Anfangs die Gränze für die kleinste geforderte Erwärmung erreicht. Die Entladung einer sehr grofsen Elektricitätsmenge ist dann nicht hinreichend, eine Senkung der Flüssigkeit in der Thermometerröhre um 0''',1 zu bewirken. Hier aber ist die Entladung der Batterie nicht mehr instantan, wie bei der Einschaltung auch des längsten Kupferdrahtes, sie erfordert eine wahrnehmbare Zeit. Wir gehen mit dieser Erfahrung zu dem ersten Beispiel zurück und nehmen an, dafs, wenn wir mit schärfern Sinnen begabt wären, auch der Unterschied der Zeit bemerkt werden würde, der zwischen der Entladung durch 10',3 und durch 256',7 Draht stattfindet. Die Erwärmung des Platindrahts im Thermometer scheint mit der Zeit, welche die Entladung dauert, in einfachem umgekehrten Verhältnifs zu stehen. Ist eine Erwärmung a beobachtet worden, indem eine gewisse Elektricitätsmenge mit gewisser Dichtigkeit in der Zeit 1 entladen wurde, so wird hiernach, wenn die Zeit der Entladung der nämlichen elektrischen Anhäufung durch irgend eine Ursache um b Zeiteinheiten verzögert worden, die Erwärmung $\frac{a}{1+b}$ seyn müssen. In den vorliegenden Versuchen ist dies b, die Verzögerung der Entladung, durch Verlängerung des Schliefsungsdrahtes bewirkt worden, wir werden es daher mit $F(\lambda)$ bezeichnen können, und erhalten so die Form der Gleichung, durch welche wir die Beobachtungen darzustellen versuchen, $T_{,}=\frac{a}{1+F(\lambda)}$, wo unter $T_{,}$, wie früher, die Erwärmung des Platindrahts durch die Elektricitätsmenge 1, welche die Dichtigkeit 1 besitzt, verstanden wird. Wie schon bemerkt, kann hier $T_{,}$ mit $\Theta_{,}$, der Anzeige des Thermometers unter den genannten Umständen, vertauscht

werden. Um in der Gleichung $\Theta_{,}=\frac{a}{1+F(\lambda)}$ einen genäherten Werth von a zu erhalten, legen wir die Versuchsreihe zu Grunde, in welcher $\lambda=0$ gesetzt wurde; wir erhalten $\Theta_{,}=\frac{0{,}78}{1+F(\lambda)}$. Hiermit bestimmen wir $F(\lambda)$ aus den einzelnen Beobachtungsreihen, und suchen dann die Operation, welche diese Gröfse zu einer Constanten macht. Diefs gelingt durch Division mit λ, wie die folgende Zusammenstellung zeigt.

	λ.	$\Theta_{,}$.	$F(\lambda)$.	$\frac{F(\lambda)}{\lambda}$.
1	0	0,78	0	
2	9,6	0,69	0,1304	0,01358
3	49,0	0,48	0,6250	0,01275
4	98,4	0,34	1,294	0,01315
5	147,7	0,27	1,889	0,01279
6	246,4	0,21	2,714	0,01101

Das Mittel der Werthe von $\frac{F(\lambda)}{\lambda}$ mit Ausschlufs des letzten Werthes ist nahe $=0{,}013$. Diefs in die obige Gleichung eingesetzt, giebt:

$$\Theta_{,}=\frac{0{,}78}{1+0{,}013.\lambda}$$

wonach sich die verschiedenen Werthe von $\Theta_{,}$ berechnen lassen.

	$\Theta_{,}$ beobacht.	$\Theta_{,}$ berechn.	Differenz.
1	0,78	0,78	
2	0,69	0,693	−0,003
3	0,48	0,476	+0,004
4	0,34	0,342	−0,002
5	0,27	0,267	+0,003
6	0,21	0,186	+0,024

Nur die letzte Differenz könnte bemerklich werden; die Uebereinstimmung der Formel mit der Beobachtung ist übrigens so vollkommen, dafs die Berechnung von Correctionen für die beiden Constanten unnöthig erscheint. Die Formel $T=\frac{a}{1+b.\lambda}$ ist daher durch die Versuche erwiesen; wir sprechen dieselbe aus:

Die Erwärmung eines Drahtes durch Entladung der elektrischen Batterie ist der Dauer der Entladung umgekehrt proportional; diese Dauer selbst wird durch Verlängerung des Schliefsungsdrahtes um eine Zeit verzögert, welche der zugesetzten Drahtlänge direct proportional ist.

3. Einflufs der Dicke des Schliefsungsbogens auf die Erwärmung in demselben.

Läfst man in dem Apparate des vorigen Abschnittes den ganzen eingeschalteten Kupferdraht fort und bringt statt desselben successiv Platindrähte von verschiedenen Dimensionen zwischen den Armen des Henley'schen Ausladers an, so läfst sich leicht wahrnehmen, dafs die Erwärmung im Thermometer desto geringer ausfällt, je dünner, bei gleicher Länge, der eingeschaltete Platindraht ist. Der Halbmesser des eingeschalteten Kupferdrahts konnte deshalb bei den frühern Versuchen nicht gleichgültig bleiben, und sein Einflufs mufs in der Formel $T_{,}=\frac{a}{1+b.\lambda}$ im zweiten Gliede des Divisors enthalten seyn. Wird daher statt der Constanten b eine Function des Halbmessers ϱ des eingeschalteten Drahts gesetzt, die mit steigendem ϱ abnimmt, so mufs diese Formel auch den jetzt vorzulegenden Versuchen genügen. Die Formel ist hypothetisch $T_{,}=\frac{a'}{1+\frac{b'\lambda}{F(\varrho)}}$, in welcher wir die Function $F(\varrho)$ aus den Versuchen zu bestimmen

haben. Wir können hier wiederum statt $T_{,}$ das ihm proportionale $\Theta_{,}$ setzen. Um den zu Grunde gelegten Werth a' zu erhalten, mufs $\frac{b'\lambda}{F(\varrho)}$ möglichst klein gemacht werden, welches ich dadurch zu erreichen suchte, dafs ich einen 0''',46 dicken Platindraht in einer Länge von 1''',9 in den Kegelklemmen des Henley'schen Ausladers befestigte. Nachdem $a'=1,35$ bestimmt war, wurden Platindrähte von verschiedener Länge und Dicke eingespannt. Die Länge (λ in par. Linien) dieser Drähte konnte nicht überall dieselbe bleiben, weil sie bei den dicken Drähten bedeutend seyn mufste, um nicht zu geringe Unterschiede der Erwärmungen zu veranlassen, bei den dünnen Drähten aber kleiner, um nicht die Beobachtungen zu unsicher zu machen. Ich theile zuerst die Messungen der Durchmesser der Drähte mit, und dann die Versuche über die Erwärmung des Drahts im Thermometer bei ihrer Einschaltung in den Schliefsungsbogen.

Draht VI.	1)	82,4	82,5	82,8	
	2)	82,7	82,4	82,1	Mittel 82,5
	$r=0''',05000$ mit wahrsch. Fehl. 0,000046.				
VII.	1)	53,3	53,9	53,8	
	2)	53,9	53,8	53,5	Mittel 53,7
	$r=0''',032545$ mit wahrsch. Fehl. 0,000050.				
VIII.	1)	126,8	127,0	126,8	
	2)	125,9	125,6	125,7	Mittel 126,3
	$r=0''',076545$ mit wahrsch. Fehl. 0,000142.				
IX.	1)	192,4	192,2	192,6	
	2)	190,4	190,2	191,0	Mittel 191,5.
	$r=0''',11606$ mit wahrsch. Fehl. 0,000234.				

$$\frac{\lambda}{\varrho}=0$$

$$\Theta=1{,}35\frac{q^2}{s}.$$

s.	3.		4.		5.	
q	beob.	Θ ber.	beob.	Θ ber.	beob.	Θ ber.
3	4,5	4,0				
4	7,2	7,2	5,8	5,4		
5	11,2	11,3	8,5	8,4	7,1	6,8
6	16,0	16.2	12,3	12,2	9,7	9,7
7			16,3	16,5	13,5	13,2
8					16,9	17,3

IX. $\lambda=144''',0 \quad \varrho=0''',116$

$$\Theta=1{,}23\frac{q^2}{s}.$$

s.	3.		4.		5.	
q	beob.	Θ ber.	beob.	Θ ber.	beob.	Θ ber.
4	6,8	6,4	5,4	4,8		
5	10,5	10,3	8,1	7,7	6,0	6,2
6	14,1	14,8	11,0	11,1	9,1	8,9
7	18,2	20,1	15,0	15,1	12,0	12,1
8					15,3	15,5

VIII. $\lambda=144''' \quad \varrho=0''',0765$

$$\Theta=1{,}11\frac{q^2}{s}.$$

s.	3.		4.		5.	
q	beob.	Θ ber.	beob.	Θ ber.	beob.	Θ ber.
3	3,8	3,3				
4	6,0	5,9	5,0	4,4	3,9	3,6
5	9,0	9,3	6,9	6,9	5,8	5,6
6	12	13,3	9,3	10,0	8,0	8,0
7			12,2	13,6	10,4	10,9

III. $\lambda = 100''',4 \quad \varrho = 0''',0583$

$$\Theta = 1,06 \frac{q^2}{s}.$$

s.	3.		4.		5.	
q	beob. Θ	ber.	beob. Θ	ber.	beob. Θ	ber.
4	5,9	5,7	4,5	4,2		
5	9,2	8,8	6,3	6,6	5,5	5,3
6	12,7	12,7	9,4	9,5	7,7	7,6
7	16,5	17,3	12,2	13,0	10,5	10,4
8					12,7	13,5

VI. $\lambda = 144''' \quad \varrho = 0''',050$

$$\Theta = 0,91 \frac{q^2}{s}.$$

s.	3.		4.		5.	
q	beob. Θ	ber.	beob. Θ	ber.	beob. Θ	ber.
4	5,8	4,9				
5	7,5	7,6	6,2	5,7	4,9	4,6
6	10,4	10,9	8,2	8,2	6,7	6,6
7	13,7	14,9	10,9	11,1	8,8	8,9
8			13,6	14,6	11,3	11,6

I. $\lambda = 84''' \quad \varrho = 0''',0396$

$$\Theta = 0,92 \frac{q^2}{s}.$$

s.	3.		4.		5.	
q	beob. Θ	ber.	beob. Θ	ber.	beob. Θ	ber.
4	5,0	4,9				
5	7,8	7,7	5,9	5,7	4,7	4,6
6	10,6	11,0	8,2	8,3	6,8	6,6
7	14,0	15,0	10,4	11,2	9,0	9,0
8			13,4	14,7	11,0	11,8

VII. $\lambda = 17''',0 \quad \varrho = 0''',0325$

$$\Theta = 1{,}18 \frac{q^2}{s}.$$

s.	3.		4.		5.	
q	beob. Θ	ber.	beob. Θ	ber.	beob. Θ	ber.
3	4,0	3,5				
4	6,4	6,3	5,2	4,7	4,2	3,8
5	9,3	9,8	7,3	7,4	6,3	5,9
6	12,3	14,2	10,4	10,6	8,2	8,5
7			12,8	14,4	10,6	11,6

Mit Hülfe der Formel $\Theta_{,} = \dfrac{1{,}35}{1 + \dfrac{b'\lambda}{F(\varrho)}}$ berechnen wir zuerst die Werthe von $\dfrac{b'}{F(\varrho)}$, und suchen diese dann durch Multiplication mit einer Function von ϱ zu einer Constanten zu machen. Diefs gelingt vollkommen durch Multiplication mit ϱ^2, wie folgende Zusammenstellung zeigt.

Draht.	ϱ.	λ.	$\Theta_{,}$.	$\dfrac{b^1}{F(\varrho)}$.	$\dfrac{\varrho^2 b^1}{F(\varrho)}$.
	$\dfrac{\lambda}{\varrho} =$	0	1,35	0	
IX.	0,116	144''',0	1,23	0,000677	0,00000912
VIII.	0,0765	144 ,	1,11	0,001501	0,00000880
III.	0,0583	100 ,4	1,06	0,002724	0,00000926
VI.	0,0500	144 ,	0,91	0,003358	0,00000840
I.	0,0396	84 ,	0,92	0,005563	0,00000874
VII.	0,0325	17 ,	1,18	0,008471	0,00000897

Mit dem Mittelwerthe der letzten Spalte:

$$\frac{\varrho^2 b^1}{F(\varrho)} = 0{,}00000888,$$

eliminiren wir $\dfrac{b^1}{F(\varrho)}$ in der zu Grunde gelegten Gleichung. Die resultirende Gleichung

$$\Theta_{,}=\frac{1,35}{1+\frac{0,00000888.\lambda}{\varrho^{2}}}$$

stellt die Beobachtungen folgendermaafsen dar:

	$\Theta_{,}$ beobacht.	$\Theta_{,}$ berechnet.	Differenz.
	1,35	1,35	
IX.	1.23	1,233	−0,003
VIII.	1,11	1,108	+0,002
III.	1,06	1,069	−0,009
VI.	0,91	0,893	+0,017
I.	0,92	0,915	−0,005
VII.	1,18	1,181	+0,001

Auch hier sind die Differenzen so unbedeutend, dafs wir an den Constanten keine Correctionen anzubringen brauchen. Die Gleichung $T_{,}=\frac{a^{1}}{1+\frac{b^{1}\lambda}{\varrho^{2}}}$ wird durch die Beobachtungen vollständig erwiesen, wir sprechen sie aus:

Die Erwärmung eines Drahtes durch elektrische Entladung ist der Dauer dieser Entladung umgekehrt proportional; durch Einschaltung von homogenen Drähten in den Schliefsungsbogen wird die Entladung um eine Zeit verzögert, welche der Länge des eingeschalteten Drahtes direct, seinem Querschnitte umgekehrt proportional ist.

Wir haben jetzt die Aenderung der Erwärmung im Schliefsungsbogen der elektrischen Batterie in drei streng geschiedenen Fällen betrachtet. Es wurde zuerst die Erwärmung an einer bestimmten Stelle des Bogens untersucht, nach Maafsgabe der Gröfse der Batterie und der ihrer Ladung; wir prüften sodann die Erwärmung verschiedener Stellen des Schliefsungsbogens, die zwar dem

Stoffe nach homogen, aber von verschiedenen Dimensionen waren; endlich bestimmten wir die Erwärmung einer und derselben Stelle, je nachdem an einer andern Stelle des Bogens Stücke derselben Beschaffenheit, aber von verschiedenen Dimensionen, hinzugesetzt waren. Es ist demnach die Abhängigkeit bestimmt worden der Erwärmung (T) einer Stelle des Schliefsungsbogens von sechs Veränderlichen, die wir folgendermaafsen bezeichneten: Elektricitätsmenge q, Gröfse der Batterie s; Länge l, Halbmesser r des untersuchten Theils des Schliefsungsdrahtes; Länge λ, Halbmesser ϱ des zum Schliefsungsdrahte hinzugesetzten Drahtes. Um eine Uebersicht der Erscheinung zu erhalten, vereinigen wir jetzt die gewonnenen Formeln in eine einzige, indem wir von einer derselben ausgehen, statt der darin befindlichen Constanten, welche die neue Veränderliche enthält, die schon bekannte Function dieser Veränderlichen setzen und so fortfahren. Wir erhalten somit:

$$T = \frac{a}{r^4} \cdot \frac{1}{\left(1 + \frac{b\lambda}{\varrho^2}\right)} \cdot \frac{q^2}{s}.$$

Sind die beiden Constanten a und b für den angewandten Apparat durch Versuche bestimmt worden, so giebt die Formel für jeden Werth der Veränderlichen die Temperaturzunahme einer homogenen cylindrischen Stelle des Schliefsungsbogens an. Da l, die Länge dieser Stelle aus der Formel fortgefallen ist, so kann man T für die Temperaturerhöhung eines Querschnittes (mit dem rad. r) des Schliefsungsbogens nehmen.

Im einfachsten Falle, wo nur ein Draht zur Schliefsung der Batterie benutzt und verändert wird, ist $r=\varrho$, und die Formel:

$$T = \frac{a}{\varrho^2} \cdot \frac{1}{(\varrho^2 + b\lambda)} \cdot \frac{q^2}{s}$$

zeigt die Abhängigkeit der Erwärmung des ganzen Schliefsungsdrahtes von seinen Dimensionen.

Die Hauptformel ist aus Versuchen abgeleitet und kann deshalb als rein empirisch gelten. Wir haben indeſs einzelnen Theilen derselben eine hypothetische Bedeutung gegeben, die wir hier wiederum aufnehmen. Zu diesem Zwecke schreiben wir die genannte Formel so:

$$T=\frac{a}{r^4}\frac{q}{z},$$

und sprechen sie, indem wir z Zeit der Entladung nennen, folgendermaaſsen aus:

Die Temperaturerhöhung in dem Querschnitt eines homogenen Drahtes, der sich im Schlieſsungsbogen einer elektrischen Batterie befindet, ist umgekehrt proportional dem Biquadrate seines Halbmessers, direct proportional der angehäuften Elektricitätsmenge, dividirt durch die Zeit, in der dieselbe entladen wird.

Die Zeit der Entladung hat den complicirten Ausdruck:

$$z=\left(1+\frac{b\lambda}{\varrho^2}\right)\frac{s}{q}$$

mit der oben erwähnten Bedeutung der Zeichen.

Die Einführung von z schlieſst eine Folgerung ein, die im ersten Augenblicke parodox erscheint. Betrachten wir nämlich den Fall, wo ein einzelner Draht die Batterie schlieſst, und machen wir diesen Draht immer kürzer, so wird nach der Formel die Zeit z, in der die Entladung stattfindet, immer kleiner werden; sie behält aber für $\lambda=0$ noch immer einen endlichen Werth. Die angehäufte Elektricität bedarf also, wenn sie von der innern nach der äuſsern Belegung der Batterie auch nur einen unendlich kleinen Weg zu durchlaufen hätte, hierzu einer endlichen bestimmten Zeit. Um diese Consequenz einzusehen, hat man sich indeſs nur zu erinnern, daſs in den Versuchen der Schlieſsungsbogen nicht nur aus Drähten, sondern auch aus Verbindungsstellen dieser Drähte besteht, daſs selbst im einfachsten Falle zwei Verbindungsstellen vom Schlieſsungsdrahte nicht zu tren-

nen sind. Indem wir daher in der Formel den Einfluſs des Schlieſsungsdrahtes auf die Zeit der Entladung verschwinden lassen, bleibt noch der Einfluſs in voller Gröſse, den die Verbindungsstellen desselben auf diese Zeit äuſsern. Die Zeit, welche die Formel unabhängig vom eingeschalteten Drahte angiebt, und die wir bei unsern Versuchen als Einheit zu Grunde gelegt haben, ist die Zeit, welche die Entladung gebraucht, nicht nur um durch die einzelnen constant bleibenden Drähte und Kugeln des Apparats, sondern auch um durch die Verbindungsstellen derselben (durch Löthung, harte Reibung, Federung, Klemmung etc. bewirkt) zu gehen.

In dem Folgenden sind anhangsweise Versuche beschrieben, welche die groſse Verzögerung der Entladung durch erschwerte Uebergänge im Schlieſsungsbogen darthun, bei denen es natürlich nicht auf genaue Zahlenwerthe abgesehen seyn kann. Ich werde dagegen Gelegenheit haben, einige nicht unwichtige neue Thatsachen aufzuführen.

4) Einfluſs der Unterbrechungen im Schlieſsungsdraht auf die Erwärmung. Eigenthümlichkeit des Glimmers und Glases. Elektrische Farbenstreifen.

Jede Stelle des Schlieſsungsdrahtes, wo der Querschnitt desselben sich plötzlich ändert, sey es seiner Beschaffenheit oder nur seiner Gröſse nach, hat muthmaſslich auf die Zeit der Entladung der Batterie Einfluſs. Wo indeſs gleichartige getrennte Metalltheile wieder durch Druck vereinigt werden, scheint die hierdurch verursachte Unterbrechung kaum in Betracht zu kommen, wenigstens in unsern Versuchen, bei welchen die ganze Zeit der Entladung durch den überall vorhandenen dünnen Platindraht im Thermometer ziemlich groſs seyn muſste. Ich brachte in dem Henley'schen Auslader einen Kupferdraht von ziemlicher Länge an und bestimmte aus zwölf Erwärmungen des Thermometers die Constante.

$\Theta_{,}=1,16$. Der Draht wurde nun an zwei Stellen durchschnitten; nachdem die getrennten Enden durch Umschlingung wieder vereinigt waren, fand sich die Constante aus zwölf Erwärmungen $\Theta'_{,}=1,12$, und dieser Werth wurde durch Löthung der Verbindungsstellen mit Schnellloth nicht merklich geändert. Nennen wir die Entladungszeit durch den ungetrennten Draht 1 und den Zuwachs derselben durch eine Löthstelle c, so ist

$$\Theta'_{,}=\frac{\Theta_{,}}{1+2c},$$

woraus $c=0,018$ eine gegen die Einheit sehr kleine Gröfse.

Ich wünschte nun Unterbrechungen der metallischen Continuität im Schliefsungsbogen anzubringen, und in diesen, durch Zwischensetzung schlechter Leiter, die Entladung zu verzögern. Zuvörderst aber mufste die Erwärmung im Thermometer, in welchem sich der frühere Platindraht unverändert befand, untersucht werden, je nachdem die Entladung durch Luftschichten verschiedener Länge zu gehen gezwungen war. Die beiden Arme des Ausladers wurden durch kurze Kupferdrähte mit zwei isolirten Messingscheibchen von 10''',4 Durchmesser verbunden; ich beobachtete folgende Erwärmungen bei verschiedener Entfernung der Scheibchen von einander:

s.	q.	Die Scheiben in Berühr.	0''',1 entf.	1''',0 entf.
		Θ		
3	3	4,8	4,7	5,3
	4	7,7	7,0	7,0
	5	11,0	10,9	10,3
	6	15,6	14,5	13,7
4	4	6,0	6,0	7,3
	5	8,5	8,5	9,3
	6	12,2	11,9	12,0
	7	15,6	15,5	14,6
5	5	7,6	6,7	?
	6	10,3	10,0	10,7
	7	12,9	12,3	13,0
	8	17,0	16,2	16,0

(? weshalb hier keine Entladung eintrat, ist nicht klar.) Diese Versuche sind sehr auffallend. Die Erwärmungen der zweiten Reihe sind zwar durchgängig kleiner, als die der ersten, aber doch nur um so wenig, daſs sie durch das bei jeder Beobachtung in der Batterie zurückgebliebene Residuum nicht vollkommen erklärt werden können. In der dritten Reihe, wo die Scheiben eine Linie entfernt standen, und dieſs Residuum noch viel gröſser war, finden wir theils gröſsere, theils kleinere Erwärmungen als in der ersten Reihe, und es zeigt sich daher deutlich, daſs bei diesen Versuchen zwei Umstände eintreten, die im entgegengesetzten Sinne auf die Erwärmung des Drahtes im Thermometer wirken. Der eine Umstand ist das schon erwähnte Zurückbleiben eines Theils der Elektricität in der Batterie, das Residuum, wodurch offenbar die Erwärmung vermindert werden muſs. Um den andern einzusehen, erinnern wir uns, daſs bei jeder Entladung die Elektricität zwischen den Kugeln des Entladungsapparats überspringen muſs, und zwar in einer Entfernung, die der Dichtigkeit der angehäuften Elektricität $\left(\frac{q}{s}\right)$ proportional ist. War nun die Entfernung der beiden Scheiben kleiner, als die Schlagweite der Elektricität zwischen den Kugeln, so sprang die Elektricität im Entladungsapparat und zwischen den Scheiben über, war jene aber gröſser, nur zwischen den letztern, indem dann die Entladung erst bei der Berührung der Kugeln des Entladungsapparates eintrat. In diesem Falle wird, wie bekannt, die Elektricität gegen den Rand der Scheiben vollständig condensirt. Durch diese Condensation wird nun nicht allein, wie in meiner vorigen Abhandlung gezeigt wurde, die Schlagweite der Elektricität an dieser Stelle bedeutend vergröſsert, sondern auch — was sehr merkwürdig ist — die Geschwindigkeit, mit welcher die Entladung durch den übrigen continuirlichen Schlieſsungsdraht geht. —

Wenn daher bei den sich berührenden Scheiben eine gewisse Elektricitätsmenge mit einer gewissen Geschwindigkeit entladen wird, so ist bei den entfernten Scheiben diese Menge zwar kleiner, die Geschwindigkeit aber gröfser. Diese letztere überwiegt im Effect in allen Fällen, wo die Entladung nur zwischen den Scheiben stattfindet, welches in unsern Versuchen in der Entfernung 1‴ bei elektrischen Dichtigkeiten geschah, die nicht gröfser als 1,25 waren. In den übrigen Fällen scheint die Condensation der Elektricität auf den Scheiben nicht vollständig zu seyn, so dafs hier der Einflufs der verminderten Elektricitätsmenge merklich wird. Als die Scheiben nach den aufgeführten Versuchen aus einander genommen wurden, fanden sich die durch die Entladungen verursachten Flecken gegen den Rand der Scheiben zusammengedrängt, nur wenige näherten sich dem Mittelpunkte, keiner kam ihm näher als bis auf 2 Linien. Ist die Unterbrechung im Schliefsungsdraht gröfser, als die Schlagweite der Elektricität daselbst, so tritt natürlich keine Entladung ein; ein Fall, der bei den Scheiben nicht vorkam, wohl aber in den folgenden Versuchen, wo statt der Scheiben zwei Kugeln (die eine von 5‴,7, die andere von 4‴,4 Durchmesser) genommen wurden.

Die Kugeln

s.	q.	in Berühr. θ.	1‴, entf. θ.
3	3	5,0	k. Entl.
	4	7,7	8,0
	5	11,2	10,0
	6	16,0	14,3
4	4	6,1	k. Entl.
	5	8,8	8,8
	6	12,5	11,3
	7	15,0	14,8
5	5	7,0	k. Entl.
	6	9,8	k. Entl.
	7	12,5	12,4
	8	15,3	15,3

Die

Die Entladung konnte hier erst eintreten, wenn die elektrische Dichtigkeit nicht geringer als 1,25 war, eine Zahl, die uns schon oben begegnet ist. Es folgt hieraus, dafs die Schlagweite zwischen den kleinen Kugeln im Schliefsungsdraht nur wenig gröfser war, als die zwischen den Kugeln des Entladungsapparates; die Condensation der Elektricität kann nur unbedeutend gewesen sein, da ihr der Erwärmung günstigster Effect darin besteht, den Verlust an Elektricitätsmenge durch die vermehrte Geschwindigkeit gerade zu ersetzen. Es kann noch bemerkt werden, dafs es gleichgültig ist, ob die Unterbrechung im Schliefsungsdraht vom Thermometer aus nach der innern oder äufsern Belegung der Batterie zu lag. Wird die Unterbrechung durch Spitzen bewirkt, so findet die erwähnte merkwürdige Erscheinung nicht statt; die Erwärmung im Thermometer wird durch die Entfernung der Spitzen jedenfalls vermindert; als in einer Versuchsreihe die Spitzen bis auf 4‴ von einander entfernt wurden, wobei die Entladung noch bei einer Dichtigkeit 1,20 eintrat, fielen alle beobachteten Erwärmungen bedeutend geringer aus, als wenn die Spitzen in Berührung waren. — Die successive Ueberführung der Elektricität durch Spitzen und der Rückstand in der Batterie machen die hier überall bedeutende Verminderung der Erwärmung erklärlich.

Wir gehen jetzt zu den Versuchen über die Erwärmung bei erschwerter Entladung der Batterie fort. Es wurde eine kleine Unterbrechung im Schliefsungsbogen mittelst der erwähnten Scheiben oder Spitzen bewirkt und die Erwärmung des Drahtes im Thermometer beobachtet, je nachdem die Entladung nur durch die kurze Luftschicht, oder durch verschiedene Isolatoren zu gehen gezwungen war. Da die Unterbrechung 0‴,2 betrug, so ist die Erwärmung bei der Entladung durch dieselbe nur wenig geringer, als wenn jene nicht vorhanden gewesen wäre.

Die Scheiben $s=5$ $q=6$.

Zwischen denselben:	Luftschicht	$\Theta=9,6$	
	ein Kartenblatt	6,0	7,0
	zwei Blätter	3,9	4,5
	dünnes Glimmerblatt	k. Entl.	

$s=5$ $q=8$.

Luftschicht	$\Theta=15,8$	16,0
ein Kartenblatt	11,6	11,7
zwei Blätter mit zwischengel. Stanniol	9,5	9,8
zwei Kartenblätter	8,5	7,4
Glimmerblatt	7,4	6,2

Die Durchbohrung der zwischen die Scheiben gestellten Körper fand, mit Ausnahme des Glimmers, gegen den Rand der Scheiben statt; der Knall der Entladung war um so heftiger, je geringer die darauf folgende Erwärmung im Thermometer ausfiel.

Die Kugeln $s=5$ $q=8$.

Zwischen denselben:	Luft	$\Theta=15,4$
	ein Kartenblatt	12,0
	zwei Blätter mit Stanniol	9,3
	zwei Kartenblätter	8,8
	Glimmerblatt	4,9
	dasselbe	4,5.

Endlich wurde der Versuch noch mit Spitzen angestellt, die ebenfalls 0''',2 von einander entfernt standen.

$s=5$ $q=8$.

Luft	$\Theta=15,1$
ein Kartenblatt	11,6
zwei Blätter	10,4

Glimmerblatt, verschiedene Stellen 6,3 4,0 5,7 3,2.

Die verschiedenen Werthe der Erwärmung, bei Zwischensetzung desselben gleichmäfsig dicken Glimmerblattes hängen mit andern Erscheinungen zusammen, die weiter unten zur Sprache gebracht werden.

Folgendes Resultat stellt sich aus diesen Versuchen klar heraus: Die elektrische Entladung bewirkt eine desto

geringere Erwärmung im Schliefsungsbogen, je bedeutender das Hindernifs war, welches überwunden werden mufste, ehe die Entladung eintreten konnte. Diese Consequenz ist wohl festzuhalten zur klaren Einsicht in den Mechanismus der elektrischen Wirkungen überhaupt. Es ist hier kein Hindernifs vorhanden, das, wie es bei Einschaltung eines langen Leiters oder eines Halbleiters in den Schliefsungsbogen geschah, auf die Entladung, während der Dauer derselben, continuirlich verzögernd einwirkte, sondern ein Hindernifs, das die Entladung ganz unmöglich macht, so lange es besteht. Wird diefs Hindernifs überwunden, so mufs es für die nachfolgende Entladung als nicht vorhanden betrachtet werden, und die nichtsdestoweniger eintretende Verminderung der Erwärmung zeigt, dafs die angehäufte Elektricität bei Durchbrechung des Hindernisses selbst eine Veränderung erlitten hat, nach welcher sie weniger erwärmend wirken kann. Die Menge dieser Elektricität ist nicht in dem nöthigen Verhältnifs verringert worden; das, nach der Stärke des Funkens beurtheilte, Residuum der Batterie schien bei allen Zwischensetzungen beinahe dasselbe zu seyn. Wir würden aber annehmen müssen, dafs bei Einschaltung des Glimmers mehr als die Hälfte der Elektricität in der Batterie zurückgeblieben wäre, eine Menge, die sich der Beobachtung nicht hätte entziehen können. Wir sehen demnach den Grund der verminderten Erwärmung in der verringerten Geschwindigkeit der Entladung, und schliefsen aus den beigebrachten Versuchen, dafs ein Hindernifs, an einer Stelle des Schliefsungsbogens der elektrischen Entladung entgegengesetzt und von ihr überwunden, die Dauer der Entladung durch den ganzen übrigen Schliefsungsbogen verzögert.

Bedient man sich, wie es bei unsern Versuchen geschah, stets der möglichst geringen elektrischen Anhäufung, welche die Entladung erlaubt, so gelingt es sehr selten, den Glimmer an der Stelle zu durchbohren, wo

er den Schliefsungsdraht unterbricht. Fast immer geht die Elektricität auf dem Glimmerblatte eine längere Strecke fort und durchbohrt es an einer Stelle, die gewöhnlich schon ersichtlich (durch Spaltung) eine geringere Continuität hat. Ist die Ansatzstelle der Elektricität nicht allzuweit vom Rande des Glimmerblattes entfernt, so findet die Entladung auf dem Rande selbst statt. Die Erwärmung im Thermometer fällt desto geringer aus, je gröfser der Weg ist, den die Elektricität auf der Glimmerfläche durchlaufen hat. Die folgenden Versuche wurden an einem Glimmerblatte angestellt, das nicht über 0''',023 dick, vollkommen durchsichtig und an den angesetzten Stellen frei von Brüchen war.

Die Scheiben 0''',2 entfernt $\frac{q}{s}=\frac{8}{5}$ $\Theta=16{,}0$.

Entfernung der Ansatzstelle von der Durchbohrungsstelle auf dem Glimmer	3'''	5½	8	8¾	9¼
Erwärmung im Thermometer	8,5	7,4	5,5	4,9	4,5

Die Spitzen 0''',2 entfernt $\frac{q}{s}=\frac{8}{5}$ $\Theta=15{,}1$.

Entfernung der Ansatzstelle von der Durchbohrungsstelle	6½'''	7½	12	13¾
Erwärmung im Thermometer	6,3	5,7	4,0	3,2.

Diese Versuche sind den obigen ganz analog, da eine längere Glimmerstrecke der Entladung ein gröfseres Hindernifs darbietet, als eine kürzere. Der stärkere Knall der Entladung entsprach auch hier stets der geringeren Erwärmung im Thermometer.

Die Spuren, welche die Elektricität auf dem Glimmerblatte zurückläfst, sind ausnehmend regelmäfsig und zierlich, wir wollen, der Unterscheidung wegen, zuerst die Spuren der Elektricität auf einer Glastafel beschreiben. Eine Glasplatte, 0''',37 dick, sorgfältig gereinigt und erwärmt, so dafs sie sich am Elektrometer nach allen Richtungen als vollkommen isolirend erwies, wurde

zwischen die Spitzen des Schliefsungsdrahtes gebracht, aus dem das Thermometer entfernt worden war. Die Elektricitätsmenge 15 in vier Flaschen gesammelt, entlud sich über den Rand der Tafel, der $15\frac{1}{2}'''$ von der Ansatzstelle der Spitzen entfernt war, und hinterliefs auf beiden Oberflächen Spuren von der Ansatzstelle bis zum Rande. Diese Spuren sind einfarbig matt, sie knirschen bei der Berührung mit einem glatten Körper, und haben unter der Lupe ganz das Ansehn des mit grobem Sande geritzten Glases. Prüft man die Tafel am Elektrometer, indem man die Ansatzstelle zwischen den Fingern fafst, so sieht man, dafs das Glas in jenen Streifen sowohl, wie an vielen andern nicht markirten Stellen leitend geworden ist. Man kann alle diese leitenden Stellen sichtbar machen, wenn man die Glastafel anhaucht, wobei jene unbenetzt bleiben und mehr oder weniger zahlreiche Verästelungen bilden. Als die Tafel mit Salpetersäure gewaschen und wieder getrocknet war, zeigte sich die leitende Eigenschaft der Streifen unverändert. Wiederholte Versuche an ähnlichen Glasplatten gaben durchaus analoge Erscheinungen, nur waren die markirten Streifen nicht immer continuirlich und in der ganzen Ausdehnung gleich breit, sie zeigten Unterbrechungen, wo die Oberfläche des Glases mehr oder weniger sichtlich verletzt war.

Bei dem Glimmer ist das Ansehn der elektrischen Spuren ein ganz anderes. Von der Ansatzstelle geht auf beiden Oberflächen continuirlich und in gleicher Breite ein geschlängelter Streifen bis zur Durchbohrungsstelle hin, der im durchfallenden Lichte hellgrau gefärbt ist. Im schief auffallenden Lichte erscheint jeder Streifen als ein sehr zierliches gefärbtes Band. Dasselbe ist in allen Fällen, die ich beobachtet habe, von zwei scharf gezeichneten dunkeln Linien eingefafst, auf welche eine helle glänzende Franse folgt. Der innere Theil des Bandes, der zwischen diesen hellen Fransen liegt, ist nicht immer gleich vollkommen ausgebildet und zeigt verwischte Zo-

nen von gelber, blauer, rother und grüner Färbung. In den deutlichsten Exemplaren folgt auf die helle Franse eine rothe, dann eine glänzend grüne; die Mitte des Bandes ist immer dunkel. Wir schliefsen aus dieser Erscheinung, die an die Priestley'schen Ringe erinnert, dafs die Elektricität bei ihrem Durchgange durch die Glimmermasse dieselbe auf sehr constante regelmäfsige Weise verändert und zwar von der Mitte des Bandes nach dem Rande in abnehmender Tiefe. Bei dem Glase scheint die Elektricität nur sprungweise in die Masse einzudringen und daselbst das Kali auszuscheiden; diefs letztere läfst sich aus dem Umstande schliefsen, dafs die verletzten Stellen nach einiger Zeit viel sichtbarer werden, als sie gleich nach dem Versuche waren. Die angewandten Glimmerblätter wurden nach dem Versuche am Elektrometer geprüft und zeigten sich nach jeder Richtung als gute Isolatoren; dennoch erschienen sie bei dem Anhauchen mit unzähligen netzförmigen Verzweigungen bedeckt, die nicht benetzt wurden und, wie oben bemerkt ist, die Stellen angaben, wo die Elektricität die Oberfläche berührt hat. In mehren Fällen erhielt ich so um die Ansatzstelle herum eine sehr schöne Lichtenberg'sche Figur, regelmäfsige Verästelungen von der Peripherie eines Kreises ausgehend. Weder in Hinsicht auf die Farbenstreifen, noch auf die netzförmigen Figuren, fand zwischen den beiden Oberflächen der Glimmertafel ein wesentlicher Unterschied statt.

Wünscht man eine Glasplatte durch Elektricität zu durchbohren, so bedeckt man sie bekanntlich mit einer Oelschicht. Ich bestrich an einer der oben erwähnten Glasplatten eine Fläche mit Olivenöl, und brachte die Platte zwischen die Spitzen des Schliefsungsbogens. Die früher gebrauchte elektrische Anhäufung $\left(\frac{q}{s}=\frac{15}{4}\right)$ durchbohrte die Scheibe jedesmal an der Ansatzstelle, gleichgültig, ob die benetzte Fläche gegen die positive oder

negative Belegung der Batterie lag. In der durchbohrten Stelle war das Glas zermalmt, von ihr gingen ziemlich regelmäfsig Sprünge nach allen Seiten aus, aber von der oben beschriebenen Verletzung der Oberfläche war keine Spur vorhanden. Bei geringerer Anhäufung, als die genannte, fand keine Entladung statt. Ein Glimmerblatt, mit Oel bestrichen, erfuhr durch die elektrische Anhäufung, welche bei dem unbenetzten Blatte die Farbenstreifen hervorbrachte, jedesmal eine Durchbohrung an der Ansatzstelle selbst; es fand sich dann ein unregelmäfsiges Loch mit verbrannten Rändern, und um dasselbe in geringer Ausdehnung eine Aufspaltung des Glimmers. Durch behutsame Verringerung der elektrischen Anhäufung erhielt ich indefs mehre Mal noch Entladung, und dann die Farbenstreifen in ziemlicher Länge und Ausbildung nach dem Rande des Blattes oder einer früher durchbohrten Stelle zu. Da alle bei diesen Versuchen angewandten Zwischenlagen sorgsam gereinigt und erwärmt waren, so läfst sich eine zufällige Ursache der Leitung auf dem Glimmerblatte nicht wohl annehmen; es scheint also, als ob eine elektrische Anhäufung, die nicht stark genug ist, die Blätter des Glimmers zu durchbohren, in der Ebene der Blätter eine Strecke weit fortgehen kann. Hiernach würde der Glimmer in der Ebene des vollkommenen Blätterdurchganges der Elektricität ein geringeres Hindernifs entgegensetzen, als in der Ebene winkelrecht darauf, welches bei der verschiedenen Härte des Glimmers in diesen beiden Richtungen nicht unwahrscheinlich ist.

Im Allgemeinen sind, wie bemerkt, die elektrischen Spuren auf dem Glase den Farbenstreifen des Glimmers durchaus unähnlich, es giebt indefs Glassorten, für welche diefs nicht gilt. Es werden diefs, wie man voraus sieht, Glasarten seyn, die entweder zufällig, oder durch künstliche Behandlung an ihrer Oberfläche die Elektricität leiten. Ich besafs Glasplatten, 0''',41 dick, welche, gut gereinigt

und lange Zeit erwärmt, das Elektrometer fast so schnell wie Metall entluden; nur wenn sie eine Temperatur von ungefähr 40° R. hatten, fingen sie an isolirend zu werden. Auf diesen Platten lassen sich die elektrischen Farbenstreifen darstellen. Wendet man eine zu geringe Ladung an, so geht die Entladung langsam und zischend über die Glasfläche von statten; bei der Elektricitätsmenge 15, die in vier Flaschen gesammelt war, fand die explosive Entladung ohne Durchbohrung der Platte statt und bildete Farbenstreifen von mehr als 1 Zoll Länge bis zum Rande der Platte. Diese Streifen sind breiter als die früher beschriebenen, auch ist die Folge der Farben hier eine andere; unter der Lupe zeigen sich indefs die einzelnen Fransen weniger distinct in Zeichnung und Färbung. Selbst durch heifse Salpetersäure werden diese Streifen nicht merklich verändert.

VI. *Diffusionsversuch.*

Um die Erscheinungen der Diffusion (Ann. Bd. XXVIII S. 331) recht augenfällig zu zeigen, nimmt Hr. Draper, Prof. am *Hampden Sidney College* in Virginien, ein Zwei-Unzen-Glas mit weiter Mündung, streicht mit dem Finger über diese Mündung eine dicke Seifenlösung, so dafs dieselbe in einer dünnen Schicht das Glas verschliefst, und stellt nun eine Flasche mit Stickgasoxydul darüber. Nach wenigen Augenblicken verliert die zähe Schicht ihre Horizontalität, wird convex und bildet nach einer oder zwei Minuten eine Kugel von zwei Zoll Durchmesser mit glänzenden Regenbogenfarben. — (*Phil. Mag. Ser. III. Vol. XI. p.* 559.)

VII. *Beobachtungen über das elektromotorische Verhalten einiger Metallhyperoxyde, des Platins und des passiven Eisens;*

von C. F. Schönbein.

Es ist schon ziemlich lang bekannt, daſs Manganhyperoxyd in elektromotorischer Beziehung zum Platin sich negativ verhält; welcher Umstand auch die Vertheidiger der Contacthypothese veranlaſst hat, jenes Oxyd an das negative Ende ihrer sogenannten Spannungsreihe zu stellen. Hr. Munck af Rosenschöld machte indessen vor mehren Jahren einige Versuche bekannt, aus welchen hervorgeht, daſs das braune Hyperoxyd des Bleies dasjenige des Mangans in dieser Hinsicht noch übertrifft; und ich selbst habe vor einiger Zeit durch die Annalen (No. 5. 1837) Beobachtungen veröffentlicht, welche darthun, daſs jenes Hyperoxyd mit Eisen ein höchst wirksames voltaisches Paar bildet, in welchem das Metall das sogenannte positive Element ausmacht. Daſs das fragliche Verhalten dieser Substanzen für die Theorie der Säule von sehr groſser Wichtigkeit ist, leuchtet von selbst ein, geht aber namentlich auch daraus hervor, daſs dasselbe Gegenstand mancher Erörterungen und vielfachen Streites bei den Verfechtern entgegengesetzter Hypothesen über den Quell der Elektricität (in hydroelektrischen Ketten und Säulen) geworden ist. Die Voltaisten sehen in dem elektromotorischen Verhalten der genannten Hyperoxyde einen der sprechendsten Beweise für die Richtigkeit der Contacthypothese; während die Vertheidiger der chemischen Theorie dasselbe nur als eine Bestätigung der von ihnen aufgestellten Hauptregel be-

trachten. So namentlich de la Rive, welcher das Positivwerden des Platins durch die Berührung mit Manganhyperoxyd daraus zu erklären sucht, dafs er annimmt, letztere Substanz werde desoxydirt und in Protoxydhydrat verwandelt. Es ist nun keinesweges meine Absicht, hier in die Streitfrage direct einzutreten und über die dem wissenschaftlichen Publikum bereits vorliegenden und auf den fraglichen Gegenstand sich beziehenden Thatsachen mich auszulassen. Ich glaube der Wissenschaft einen bessern Dienst zu leisten, wenn ich mich darauf beschränke, diejenigen Resultate meiner eigenen Untersuchungen mitzutheilen, welche auf das voltaische Verhalten des Silberhyperoxydes, Bleihyperoxydes, des Platins und des passiven Eisens Bezug haben. Meines Dafürhaltens sind dieselben von der Art, dafs sie einige Beachtung von Seite Derer verdienen, welche sich für die Theorie der Säule interessiren.

In meinem schon weiter oben angeführten Aufsatze habe ich der Thatsache erwähnt, dafs das mit einem Eisendrahte verbundene Bleihyperoxyd nach und nach verschwinde, wenn beide Substanzen gleichzeitig in Salpetersäure eintauchen, und aus diesem Umstande die Folgerung gezogen, dafs das Verschwinden der genannten Substanz durch einen schwachen Strom bewirkt werde, insofern letzterer nämlich Wasser zersetze, der ausgeschiedene Wasserstoff das negative Bleihyperoxyd zu Protoxyd reducire, und dieses sich in Salpetersäure auflöse. Da nun meinen Erfahrungen zufolge das Eisen unter den angegebenen Umständen passiv ist, und somit der fragliche Strom in der Oxydation dieses Metalles seinen Ursprung nicht nehmen kann; überdiefs auch nicht leicht einzusehen ist, welche chemische Veränderungen stattfinden möchten, wenn Salpetersäure, Bleihyperoxyd und passives Eisen mit einander in Berührung stehen; so habe ich bereits in den Annalen auf das Sonderbare der in Rede stehenden Stromwirkung hingewiesen, und die Wich-

tigkeit, welche diese Thatsache für die Theorie der Säule hat, dort angedeutet.

Ob es nun gleich als ein ausgemachter Erfahrungssatz betrachtet werden darf, dafs passives Eisen auch nicht spurenweise von der Salpetersäure oxydirt wird, und in dieser Beziehung ganz wie Platin oder ein edles Metall sich verhält; so wollte ich, um aufser allen Zweifel zu stellen, dafs die Existenz des fraglichen Stroms von jeder Oxydation völlig unabhängig sey, das passive Eisen gänzlich aus dem Spiele lassen und den Versuch mit Platin anstellen, einem Metalle, dessen Oxydationsunfähigkeit in Salpetersäure von allen Chemikern anerkannt ist. Zu diesem Behufe überzog ich das eine Ende eines Platindrahts mit einer Schicht Bleihyperoxydes, indem ich jenes einige Zeit als positiven Pol einer Säule in Bleizuckerlösung eintauchen liefs. Nach Abtrennung des Drahtes von der Säule wurde derselbe so lange mit Wasser bespült, bis ich überzeugt seyn konnte, dafs ihm auch keine Spur von freier Essigsäure oder Bleisalz mehr anhänge. Nun tauchte ich das mit Bleihyperoxyd überzogene Ende des Platindrahtes in chemisch reine Salpetersäure von gewöhnlichem Concentrationsgrade, und brachte dessen anderes freies Ende in Berührung mit dem einen Ende des Galvanometerdrahts. Verband man nun die Säure, vermittelst eines zweiten, von allen ihm möglicher Weise anhängenden fremdartigen Substanzen durch Behandlung mit Säuren und Glühen gereinigten, Platindrahts, mit dem andern Ende des Galvanometerdrahts; so wurde die Nadel heftig bewegt, und zwar war deren Ablenkung von der Art, dafs sie einen Strom anzeigte, der von dem zweiten Platindrahte durch die Säure zu dem Bleihyperoxyde ging. Es verhielt sich demnach jener als positiv, dieses als negativ. Auch mufs noch bemerkt werden, dafs der Strom nicht blos ein augenblicklicher war, sondern ein dauernder. Bildete das Bleihyperoxyd eine sehr dünne Schicht, so dünn z. B.,

dafs sie mit den Nobili'schen Farben irisirte, so verschwand dieselbe nach Schliefsung der Kette sehr schnell in der Salpetersäure.

Alle diese Erscheinungen fanden statt, mochte die bei dem Versuche gebrauchte Säure sehr concentrirt oder stark mit Wasser verdünnt seyn. Gebrauchte man anstatt der Salpetersäure eine wäfsrige Auflösung schwefelsauren Kupferoxydes, so erhielt ich Resultate, vollkommen gleich denen, von welchen so eben die Rede gewesen ist; namentlich verschwand auch das Bleihyperoxyd von dem Platindrahte, wobei ich aber doch bemerken mufs, dafs auf demselben ein weifser Ueberzug zurückblieb, der wahrscheinlich nichts anderes als schwefelsaures Bleiprotoxyd ist.

Wurde ein zusammengebacknes Stück braunen Bleihyperoxydes, das auf dem gewöhnlichen chemischen Wege (durch Behandlung des rothen Bleioxydes mit Salpetersäure) bereitet worden war, in chemisch reine Salpetersäure oder in eine Kupfervitriollösung gebracht, und wurden zwei Platindrähte, welche mit den Enden des Galvanometerdrahtes in Verbindung standen, in eine der erwähnten Flüssigkeiten so eingeführt, dafs nur der eine Platindraht das Bleihyperoxyd berührte, so trat immer ein continuirlicher Strom auf, dessen Richtung diejenige war, welche die vorhin besprochenen Ströme hatten.

Versuche, ganz gleich den bereits erwähnten, wurden angestellt mit einem Platindrahte, von welchem eins seiner Enden mit Silberhyperoxyd überzogen war. Die Verbindung beider Substanzen bewerkstelligte ich ebenfalls dadurch, dafs ich Platin als positiven Pol einer schwachen Säule in eine verdünnte wäfsrige Auflösung von salpetersaurem Silberoxyd einige Minuten lang eintauchen liefs. Die aus diesen Versuchen erhaltenen Resultate standen wieder im vollkommensten Einklang mit den weiter oben angeführten, d. h. es verhielt sich das Silberhyperoxyd zum Platin, wie negativ zu positiv; nur

schien mir der unter den zuletzt erwähnten Umständen auftretende Strom stärker zu seyn, als dies die Ströme der vorigen Fälle waren.

Wendete ich einen Eisendraht an, von dem eines seiner Enden entweder mit Blei- oder mit Silberhyperoxyd bedeckt war, so erhielt ich ein Resultat ganz gleich dem, welches ein mit diesen Substanzen überzogener Platindraht lieferte, mochte das Metall, welches die Kette schloſs, passives Eisen oder Platin seyn. Hieraus ergiebt sich, daſs auch das passive Eisen zu den genannten Hyperoxyden positiv sich verhält.

Um das elektromotorische Verhalten des Silberhyperoxydes zu dem braunen Bleioxyde auszumitteln, brachte ich die zwei Enden zweier Platindrähte, welche erstere, das eine mit Bleihyperoxyd, das andere mit Silberhyperoxyd bedeckt waren, in Salpetersäure oder in Kupfervitriollösung, und verband die beiden freien Enden der besagten Platindrähte mit den Extremitäten des Galvanometerdrahtes. Es trat unter diesen Umständen eine starke Abweichung der Nadel ein, die von der Art war, daſs sie die Negativität des Silberhyperoxydes, oder das Positivseyn des Bleihyperoxydes anzeigte.

Läſst man das mit Blei- oder Silberhyperoxyd bedeckte Ende eines Eisendrahtes in Salpetersäure oder in Kupfervitriollösung eintauchen, ebenso das mit der gleichen Substanz überzogene Ende eines Platindrahtes, und verbindet man die freien Enden dieser Drähte mit dem Galvanometer, so ergiebt sich aus der Richtung, nach welcher die Nadel unter den angegebenen Umständen abweicht, daſs das Eisendrahthyperoxydende zu dem gleich beschaffenen Platindrahtende sich positiv verhält.

Diese ganz sonderbare Thatsache hängt unstreitig mit der folgenden zusammen. Gemäſs den Beobachtungen Faraday's und meinen eigenen wird die Nadel des Galvanometers nicht afficirt, wenn dessen Drahtenden verbunden werden, einerseits mit Platin, andrerseits mit

passivem Eisen, und beide letzteren Metalle eintauchen entweder in Salpetersäure oder in einer Auflösung von schwefelsaurem Kupferoxyd. Ein solches Resultat erhält man mit Galvanometern, die schon ziemlich schwache Ströme anzeigen. Bedient man sich aber bei dem fraglichen Versuche eines möglichst empfindlichen Multiplicators, so zeigt derselbe einen Strom an, der vom passiven Eisen durch die Flüssigkeit zum Platin geht; mit andern Worten, dafs jenes Metall zu diesem sich positiv verhält.

Ich habe mir vor Kurzem vom Herrn Mechaniker Bopp, aus Efslingen im Würtembergischen, ein Galvanometer verfertigen lassen, das zwei Tausend Drahtwindungen hat und mit einer astatischen an einem einfachen Seidenfaden aufgehangenen Nadel versehen ist. Dieses Instrument, welches, wie man sich leicht denken kann, eine ganz aufserordentlich grofse Empfindlichkeit für strömende Elektricität besitzt, diente mir bei allen Versuchen, von denen in diesem Aufsatze die Rede ist, und mit ihm habe ich auch die eben erwähnte und in theoretischer Hinsicht so interessante Beobachtung gemacht, dafs passives Eisen, das mit Platin voltaisch combinirt ist und in Salpetersäure eingetaucht, einen continuirlichen Strom erzeugt, zu welchem ersteres Metall als Anode sich verhält. Noch mufs ich die Bemerkung beifügen, dafs die bei den letzten Versuchen angewendete Säure sehr verschiedene Concentrationsgrade hatte, von 1,3 bis 1,5, und nichtsdestoweniger in allen Fällen die gleichen Resultate erhalten wurden. Bei Anwendung einer Säure von 1,4 wurde die Nadel um etwa 90° abgelenkt. Ob nun gleich bei der überaus grofsen Empfindlichkeit meines Galvanometers diese bedeutende Abweichung doch nur einen äufserst schwachen Strom andeutet, so hat defs ungeachtet die Thatsache für die Theorie des Galvanismus seine sehr grofse Wichtigkeit, und indem ich hier das fragliche Factum bekannt mache, will ich damit die in meinem

Werkchen: „Ueber das Verhalten des Eisens zum Sauerstoff," und anderwärts über diesen Gegenstand gemachten Angaben, wie auch die hierher gehörigen von Faraday berichtiget wissen.

Fassen wir nun die bis jetzt besprochenen Thatsachen zusammen, so ergiebt sich aus denselben als allgemeines Resultat, dafs Silberhyperoxyd, Bleihyperoxyd, Platin und passives Eisen in elektromotorischer Hinsicht so zu einander sich verhalten, dafs immer die voranstehende der genannten Substanzen in Beziehung auf die folgende negativ ist, und zwar unter Umständen, wo keine wahrnehmbaren chemischen Reactionen stattfinden.

Gehen wir nun zur theoretischen Erörterung dieser Ergebnisse über. Es ist eine von allen Chemikern anerkannte Thatsache, dafs chemisch reine Salpetersäure weder auf das Platin, noch auf das Bleihyperoxyd irgend eine Art von chemischer Wirkung ausübt. Werden nun diese drei Körper mit einander zu einer geschlossenen Säule verbunden, so sollte man, gemäfs der chemischen Theorie über den Ursprung der voltaischen Elektricität (in hydroelektrischen Ketten), so wie jene, namentlich von Faraday und de la Rive, in neuester Zeit aufgestellt worden ist, erwarten, dafs unter den eben in Rede stehenden Umständen durchaus kein Strom entstehe. Da aber, wie wir gesehen haben, nichtsdestoweniger ein solcher auftritt, so scheint diese Thatsache zu beweisen, als ob in dem angegebenen Falle das elektrische Gleichgewicht gestört werde, gänzlich unabhängig von jeder chemischen Wechselwirkung der die Kette constituirenden Materien; mit andern Worten: dafs der Contact heterogener Substanzen die Quelle des fraglichen Stromes sey.

Ganz die gleichen Folgerungen scheinen auch alle die übrigen weiter oben angeführten Thatsachen zuzulassen; denn so viel mir bekannt ist, hat bis jetzt noch kein Chemiker irgend eine chemiche Wechselwirkung

zwischen Platin, Kupfervitriollösung, Bleihyperoxyd und Silberhyperoxyd, nachgewiesen. In Bezug auf letztere Substanz und Salpetersäure weiſs man allerdings, daſs diese jene auflöst, welches Verhalten ich auch bei meinem nächsten Versuche beobachtet habe. Daſs sich passives Eisen in Salpetersäure nicht oxydirt, ist von mir schon vor einiger Zeit dargethan worden.

Wollen wir vorerst wieder zur Betrachtung unserer aus Platin, Bleihyperoxyd und Salpetersäure bestehenden Kette zurückkehren und untersuchen, ob der in ihr kreisende Strom wirklich zum Nachtheil der chemischen Theorie und zu Gunsten der Contacthypothese spreche. Wie auffallend dieſs auch erscheinen mag, so will ich doch gleich mit der Behauptung beginnen, daſs das in Rede stehende Factum durchaus nicht im Widerspruche mit derjenigen Ansicht steht, welche die strömende Elektricität in hydroelektrischen Ketten von einer chemischen Ursache ableitet. Um aber eine solche Behauptung zu rechtfertigen, muſs ich zunächst über dasjenige mich erklären, was ich unter chemischer Thätigkeit verstehe. Gewöhnlich sagt man, Stoffe, welche in inniger Berührung stehen, wirken nicht chemisch auf einander, entweder wenn sie nicht eine bestimmte unterscheidbare Verbindung mit einander eingehen, oder wenn, falls wir es mit zusammengesetzten Materien zu thun haben, die eine nicht unter dem Einflusse der andern zerlegt wird; überhaupt, wenn die Berührung der Substanzen keine qualitative Veränderungen derselben nach sich zieht. Man behauptet also z. B., das Bleihyperoxyd und die Salpetersäure wirken nicht chemisch auf einander, weil ihre gegenseitige Berührung weder zur Bildung einer neuen Substanz, noch zu irgend einer Zersetzung Veranlassung giebt. Würden wir aber, indem wir ein solches Urtheil fällen, sagen wollen, daſs die zwei fraglichen Materien durchaus gar keine chemische Action bei ihrer Berührung aufeinander ausübten, daſs sie sich absolut unthätig gegen ein-

einander verhielten, so würden wir etwas behaupten, nicht nur wozu wir durchaus kein Recht hätten, sondern etwas, was höchst unwahrscheinlich wäre und mit aller Analogie im Widerspruche stände. Es läfst sich wohl als chemisches Axiom der Grundsatz aufstellen, dafs, so oft verschiedenartige Materien in Contact gerathen, auch zwischen denselben chemische, je nach der Beschaffenheit der sich berührenden Körper, mehr oder weniger intensive Anziehungskräfte in's Spiel kommen; mögen letztere irgend eine chemische Verbindung oder Trennung veranlassen oder nicht. Ja wir müssen sogar in den Fällen, wo ein chemisches Resultat wirklich erzielt wird, annehmen, dafs, bevor dasselbe statt hat, das Spiel der chemischen Ziehkräfte bereits begonnen habe; dafs dem actuellen ein potentieller chemischer Prozefs vorausgegangen sey, da ersterer nur eine Wirkung des letztern ist.

Wählen wir zur Präcisirung des ausgesprochenen Gedankens als Beispiel: Zink, Wasser und Schwefelsäure, die in gegenseitiger Berührung stehen sollen. Ohne Zweifel übt schon der Sauerstoff des Wassers eine anziehende Wirkung gegen das Zink aus, ohne hierzu die Beihülfe der Schwefelsäure nöthig zu haben; auch müssen wir wohl annehmen, dafs diese Säure eine Anziehung äufsere gegen Sauerstoff und Zink, ehe sich beide letztere in der Wirklichkeit zu Oxyd vereinigt haben. — Diese chemischen Anziehungsthätigkeiten müssen nun als die eigentlichen elektromotorischen Kräfte betrachtet werden, und sie sind es, welche das elektrische Gleichgewicht stören, ehe die wirkliche Oxydation des Zinks erfolgt. Versteht sich von selbst, dafs die Entbindung der Elektricität auch während des Acts der Verbindung des Metalles mit dem Sauerstoff fortdauert.

Was nun die Wirkung der Salpetersäure und des Bleihyperoxyds auf einander betrifft, so nehmen wir wohl nichts Ungewöhnliches an, wenn wir z. B. sagen, erstere suche sich mit dem Bleiprotoxyd zu verbinden und das

zweite Mischungsgewicht Sauerstoff von dem Superoxyd abzutrennen. Wenn nun in der Wirklichkeit dieser Zersetzungstendenz auch keine Folge geleistet wird, wenn Salpetersäure Salpetersäure, Bleihyperoxyd Bleihyperoxyd bleibt, so ist besagte Tendenz deſswegen nicht ein Nichts, sondern eine wirklich ausgeübte chemische Thätigkeit, die reelle Aeuſserung einer Kraft. Wie ich bereits schon vorhin bemerkt habe, muſs man nun eben dieser Thätigkeit das Vermögen zuschreiben, Elektricität in Form eines Stroms in Bewegung zu setzen, welcher letztere, bekannten Gesetzen zufolge, eine solche Richtung haben muſs, daſs zu demselben das zur Desoxydation tendirende Bleihyperoxyd als Kathode sich verhalten muſs; falls man nämlich dem Strome Gelegenheit zum Kreisen giebt. In Folge dieses Stromes, der aber wohl bemerkt an und für sich ein schwacher ist, wird Wasser zersetzt und der an dem negativen Hyperoxyd auftretende Wasserstoff zur wirklichen Desoxydation jener Substanz verwendet, welcher Umstand natürlich die ursprüngliche Intensität des Stromes noch steigert.

Das negative Verhalten des Silberhyperoxydes zu dem Bleihyperoxyd erklärt sich nach den vorausgegangenen Bemerkungen aus der ungleich starken zersetzenden Wirkung, welche die Salpetersäure auf die beiden Superoxyde ausübt; denn man darf wohl annehmen, daſs das zweite Mischungsgewicht Sauerstoff an das Silber weniger innig gebunden ist, als das zweite Mischungsgewicht des gleichen Elements an das Blei; oder, was das Gleiche ist, daſs die Tendenz der Salpetersäure, den überschüssigen Sauerstoff aus dem Silberhyperoxyd abzuscheiden, gröſser ist, als diejenige, welche das Bleihyperoxyd zu zerlegen sucht. Wird diese Voraussetzung als richtig zugestanden, so folgt auch aus einer solchen Annahme, daſs der auf Seite des erstern Hyperoxydes erregte Strom gröſser ist, als der von dem braunen Bleioxyde hervorgebrachte, und wir haben demnach in dem oben ange-

führten Versuche, in welchem beide Hyperoxyde mit der Salpetersäure die Kette bilden, den erhaltenen Strom nur als die Differenz der an beiden Hyperoxyden erzeugten und in entgegengesetzten Richtungen sich bewegenden Ströme zu betrachten.

Aufser den chemischen Thätigkeiten, welche wir, als zwischen der Salpetersäure und irgend einem der Hyperoxyde stattfindend, angenommen haben, können wir noch eine weitere anführen, diejenige nämlich, welche zwischen dem Wasser und dem Hyperoxyde sich äufsert. Und diese Thätigkeit selbst kann von zweierlei Art seyn. Erstens tendirt das Wasser, mit dem Protoxyde des Bleies oder Silbers zu einem Hydrat sich zu verbinden, und dadurch einen Theil des Sauerstoffes von dem Hyperoxyd abzutrennen. Diese Zersetzungstendenz ist aber offenbar von der Art, dafs sie die Elektricität nach eben der Richtung in Bewegung setzt, nach welcher die chemische Wirkung der Salpetersäure auf das Hyperoxyd den Strom lenkt. Zweitens hat das Wasser das Bestreben, noch mit einem zweiten Mischungsgewicht Sauerstoff zu Wasserstoffsuperoxyd sich zu verbinden, ein Bestreben, das aus bekannten Gründen durch die Anwesenheit der Salpetersäure noch gesteigert wird. Wie man leicht einsieht, mufs auch diese Art chemischer Anziehung elektromotorisch wirken und zu einem Strome Anlafs geben, für welchen die Hyperoxyde ebenfalls die Kathode sind. Dafs in der That Wasser allein einen Strom erregt, wenn in dasselbe ein mit Blei- oder Silberhyperoxyd voltaisch combinirter Platindraht gebracht wird, läfst sich vermittelst eines sehr empfindlichen Galvanometers nachweisen; welche Thatsache wohl als Beweis für die Richtigkeit der Annahme betrachtet werden kann, dafs das Wasser eine chemische Wirkung auf die besagten Hyperoxyde ausübt in dem vorhin bezeichneten Sinne.

Aber wie erklären sich nun die Stromerscheinungen, welche eintreten, wenn man anstatt der Salpetersäure

eine Auflösung von schwefelsaurem Kupferoxyd anwendet? Ganz auf dieselbe Weise, wie diejenigen, von denen eben die Rede gewesen. Die in dem Salze enthaltene Schwefelsäure ist dadurch, daſs sie dort an Kupferoxyd gebunden, keinesweges als chemisch todt in Beziehung auf die Hyperoxyde anzusehen, immer wird sie noch aus den letzteren Sauerstoff abzutrennen und mit dem Protoxyd sich zu verbinden suchen. Auch das Wasser in der Auflösung wird seinerseits durch die vorhin angedeuteten chemischen Anziehungs- und Zersetzungstendenzen gegen die Hyperoxyde thätig seyn, und dadurch zu einer Elektricitätsbewegung in der angeführten Richtung mit der Schwefelsäure concurriren. Der einzige Unterschied zwischen beiden Fällen wird nur der seyn, daſs bei Anwendung von Salpetersäure die eintretenden Ströme etwas intensiver sind, als diejenigen, welche man vermittelst der Kupfersalzlösung erhält. Genauere Messungen habe ich mit den fraglichen Strömen noch nicht angestellt; es schien mir aber, daſs unter übrigens gleichen Umständen die Nadel immer am stärksten abgelenkt wurde, wenn man bei dem Versuche Salpetersäure anwendete.

Um nun auch noch ein Wort über das elektromotorische Verhalten des passiven Eisens zu sagen, so wird sich dasselbe aus den voranstehenden Bemerkungen einfach und ohne allen Zwang erklären lassen. Wenn nämlich das passive Eisen, umgeben von Salpetersäure, auch nicht mehr im Stande ist, letzterer Sauerstoff zu entziehen und sich wirklich zu oxydiren, so ist damit die chemische Anziehungskraft dieses Metalles noch nicht absolut aufgehoben; das passive Eisen bestrebt sich fortwährend, obwohl vergeblich, mit dem Sauerstoff der Säure, wie auch mit dem des Wassers in Verbindung zu treten; und eben in diesen chemischen Tendenzen des Metalles liegt nun auch, wie in den früheren Fällen, der Grund, weſshalb

dasselbe in Beziehung auf das Platin positiv ist und einen Strom von der angegebenen Richtung erregt.

Ob ich nun gleich nicht in Abrede stellen will, dafs die bisher besprochenen Thatsachen als Argument zu Gunsten der gewöhnlichen Contacthypothese gebraucht werden können, so hat meines Bedünkens die von mir aufgestellle chemische Ansicht nicht nur den Vortheil, dafs sie die fraglichen Stromerscheinungen wenigstens eben so gut erklärt, als die Berührungstheorie, sondern jene hat vor dieser namentlich auch das Verdienst zum Voraus, dafs sie zur Erklärung der strömenden Elektricität nicht der Annahme einer neuen Kraft, der elektromotorischen, der voltaischen, nöthig hat. Hierzu kommt noch, dafs die Gesammtsumme der bis jetzt beobachteten voltaischen Erscheinungen durch die chemische Theorie viel einfacher und ungezwungener sich erklären läfst, als durch die Contacthypothese, ja dafs gewisse Thatsachen nur durch jene begreiflich werden, während dieselben geradezu im Widerspruche mit dieser stehen.

Wenn man mich nun aber fragte, auf welche Weise denn durch eine chemische Thätigkeit das elektrische Gleichgewicht der Körper gestört werde, so weifs ich hierauf eben so wenig zu antworten, als diefs der Voltaist zu thun im Stande ist, wenn man von ihm zu wissen verlangt, wie denn seine elektromotorische Kraft die elektrischen Gegensätze hervorrufe. — Auch in diesem Punkte steht demnach die chemische Theorie im Vergleich mit ihrer Nebenbuhlerin in keinerlei Art von Nachtheil, und wie wenig wir auch noch von dem wissen, was ein voltaischer Strom, was Elektricität überhaupt ist, und auf welche Weise dieses geheimnifsvolle Agens zur Thätigkeit erregt wird; jedenfalls kann ich mir viel leichter vorstellen, wie elektrische Erscheinungen durch chemische Molecular-Thätigkeiten hervorgerufen werden, als es mir möglich ist zu denken, wie die elektromotorische Kraft der Voltaisten Körper elektrisch polarisire.

Bei einer näheren Vergleichung der in dem Vorhergehenden von mir aufgestellten chemischen Theorie über den Quell der voltaischen Elektricität mit den, von Faraday, de la Rive und Andern, geltend gemachten Ansichten, wird man finden, dafs ich in Bezug auf die elektromotorischen Effecte der chemischen Anziehungskräfte weiter gehe, als die erwähnten Naturforscher. Denn diese, wenn ich anders ihre Behauptungen richtig verstanden habe, betrachten nur die mit einem materiellen Erfolg begleitete, zwischen verschiedenartigen Materien stattfindende, chemische Thätigkeit als fähig, Elektricität in Bewegung zu setzen; die Thätigkeit also, welche z. B. die wirkliche Verbindung eines Metalles mit Sauerstoff zum Resultate hat. Ich hingegen behaupte, dafs schon die blofse Tendenz zweier Körper, sich zu verbinden, deren elektrisches Gleichgewicht stört, wenn auch keine wirkliche Vereinigung derselben erfolgt. Allerdings nehme ich zu gleicher Zeit an, und die Erfahrung rechtfertigt diese Annahme, dafs ein Strom, der in Folge einer wirklichen Verbindung zweier Stoffe entsteht, unendlich stärker und gröfser ist, als derjenige, der nur durch die Tendenz der gleichen Materien nach Vereinigung hervorgerufen wird.

Indem ich nun mit Faraday die Ansicht theile, dafs chemische Affinität und elektrischer Strom nur verschiedene Thätigkeitsformen einer und eben derselben Kraft sind, oder wenn man lieber will, dafs dasjenige, was die Physiker Strom nennen, nur die Fernwirkung einer chemischen Anziehungsthätigkeit ist, welche an bestimmten Punkten einer geschlossenen hydroelektrischen Kette stattfindet; so sehe ich in dem Galvanometer ein Werkzeug, das bei gehöriger Empfindlichkeit uns in der Ablenkung der mit ihm verbundenen Magnetnadel Kunde giebt von dem leisesten Spiele chemischer Kräfte, das uns Affinitätsanziehungen wahrnehmbar macht, die aller sinnlicher Anschauung entgehen.

In dieser Beziehung dürften wir daher das genannte Instrument wohl mit dem Namen eines chemischen Mikroskops belegen. Wie nun in diesem Augenblick durch die sinnreichen Untersuchungen Biot's eine Bahn gebrochen wird, aus gewissen Polarisationserscheinungen des Lichtes die delikatesten chemischen Vorgänge zu erkennen, welche unter gegebenen Umständen in sich berührenden flüssigen und durchsichtigen Materien stattfinden; so dürften wir auch erwarten, dafs vermittelst eines bis zur möglichst grofsen Empfindlichkeit gebrachten Galvanometers chemische Molekularthätigkeiten nachgewiesen werden können, welche bis jetzt, ihrer überaus grofsen Feinheit wegen, aller Beobachtung entgangen sind. Bei geeignetem Gebrauche dieses unschätzbaren wissenschaftlichen Instruments darf daher die Chemie, welche, ungeachtet ihrer täglichen thatsächlichen Fortschritte, jetzt doch mehr als je, Behufs ihrer wissenschaftlichen Förderung, der Beihülfe der Physiker bedarf, ich sage, dafs bei einem einsichtsvollen Gebrauche des Galvanometers die Chemie bedeutender Erweiterungen sich gewärtigen darf. Im Interesse dieser Wissenschaft ist nur zu wünschen, dafs Forschungen der angedeuteten Art von recht Vielen angestellt werden möchten; auf eine reiche Ausbeute an neuen Thatsachen können wir, wie gesagt, sicher rechnen.

Basel, den 27sten December 1837.

VIII. *Notiz über die Passivität des Eisens; von C. F. Schönbein.*

Ich habe vor einiger Zeit in den Annalen der interessanten Thatsache erwähnt, dafs das Eisen als positiver Pol einer Säule functionirend gegen eine Auflösung von

Bleizucker gerade so sich verhalte, wie Platin, das sich unter den gleichen Umständen befindet, d. h. dafs jenes Metall wie dieses an sich die Bildung des Bleihyperoxydes gestattet. Zu gleicher Zeit habe ich gezeigt, dafs dieses Verhalten des Eisens auf dem nämlichen Grunde beruhet, wefshalb das fragliche Metall in gegebenen Fällen passiv gegen die Salpetersäure wird, und an sich die Entwicklung des durch einen Strom aus einem Elektrolyten abgeschiedenen Sauerstoffs, wie Gold und Platin, zuläfst. Bei den Untersuchungen, von denen in dem vorhergehenden Aufsatze die Rede gewesen, hatte ich Gelegenheit zu bemerken, dafs das Eisen gegen eine Auflösung von salpetersaurem Silberoxyd ähnlich sich verhält, wie gegen Bleizuckerlösung. Es ist eine bekannte Thatsache, dafs an einem Platin- oder Golddrahte, der als positiver Pol einer Säule in erstgenannte Salzlösung eintaucht, Silberhyperoxyd sich bildet. Ich habe nun gefunden, dafs auch am Eisen die Bildung dieser Substanz stattfindet, und, wie dieses Metall mit Bleihyperoxyd voltaisch combinirt, passiv gegen Salpetersäure von jedem Concentrationsgrade und gegen eine Auflösung von schwefelsaurem Kupferoxyd sich verhält; so auch das Eisen, welches mit Silberhyperoxyd verbunden ist. Beide letztere Substanzen bilden das kräftigste voltaische Element, welches wir bis jetzt kennen. Ich behalte mir vor, in einem spätern Aufsatze umständlicher die voltaischen Erscheinungen zu besprechen, zu welchen das Silberhyperoxyd unter gegebenen Bedinguhgen Veranlassung giebt.

IX. *Beitrag zur näheren Kenntnifs der Yttererde und deren Verbindungen; von* Berlin.

(*Kongl. Vetensk. Acad. Hand. f.* 1835. *p.* 209.)

Man ist bis jetzt ungewifs gewesen, ob die reine Yttererde weifs oder farbig sey. Sie wird zwar niemals vollkommen weifs erhalten, allein man hatte doch Grund, die gelbliche Farbe, mit der sie behaftet erscheint, den Stoffen zuzuschreiben, welche sie begleiten, und nur sehr schwer ganz von ihr zu trennen sind. Diese Stoffe sind Mangan und Cerium, welche sich beim Glühen oxydiren. Um mehr Licht hierüber zu bekommen, habe ich die Yttererde erst nach den schon bekannten Methoden, und sodann nach der weiterhin beschriebenen gereinigt; allein dennoch habe ich sie nicht anders als mit einer schwach gelblichen Farbe erhalten, obwohl dieselbe Yttererde ein farbloses Salz mit Essigsäure gab und sich ohne Rückstand in kohlensaurem Ammoniak löste. Da man annimmt, und mit Recht, die rosenrothe Farbe des essigsauren Salzes rühre von Mangan oder Cerium her, und da diese Stoffe, wegen der Farblosigkeit des essigsauren Salzes, von der angewandten Yttererde schienen abgeschieden zu seyn, so hätte man erwarten sollen, die Yttererde auch bei diesen Versuchen weifs zu erhalten, falls sie wirklich keine Farbe besitzt. Weil nun diefs nicht geschah, wage ich anzunehmen, dafs die reine Yttererde eine schwach gelbliche Farbe besitze. Es mufs indefs bemerkt werden, dafs die durch Glühen des Hydrats erhaltene Yttererde immer weit gefärbter ist, als die durch Glühen des oxalsauren Salzes bereitete. Am schwersten habe ich es gefunden, die Yttererde so vollkommen vom Eisen zu befreien, dafs sie mit Schwefel-

cyankalium keine Spur davon zu erkennen giebt. Es verdient auch bemerkt zu werden, dafs die farblosen Niederschläge der Yttererde eine besondere Verwandtschaft zu Staub und den in der Luft schwebenden Stoffen haben; sie verunreinigen und färben dieselben so, dafs es sehr schwer hält, z. B. das Hydrat rein weifs auf dem Filtrum zu behalten, wenn auch der Trichter wohl zugedeckt worden ist.

Was die Farbe der krystallisirten Salze betrifft, so glaubt man, die rosenrothe, welche die bisher bekannten zeigen, rühre von fremden Einmengungen her, von Mangan und Cerium. Von diesen Salzen sind besonders das schwefelsaure und das essigsaure untersucht worden, und beide besitzen eine rosenrothe Farbe. Ich habe gefunden, dafs das salpetersaure und das unterschwefelsaure Salz, so wie das Chlor- und Jodyttrium und mehre Salze farblos sind, und dafs man das essigsaure Salz durch Vermischung der Yttererde und mehrmaliges Umkrystallisiren ebenfalls farblos erhalten kann. Nur das schwefelsaure Salz behielt seinen Stich in's Rosenrothe hartnäckig, allein in so geringem Grade, dafs es vielleicht von keinem Andern entdeckt werden kann, als von dem, welcher weifs, dafs es so zu seyn pflegt. Aus diesem Grunde scheint mir mit Sicherheit angenommen werden zu können, dafs die krystallisirten Salze farblos sind.

Zur Reinigung der Yttererde habe ich, aufser der in Berzelius's Lehrbuch angeführten, noch folgende angewandt. Nachdem man das Eisenoxyd und das Ceroxydul durch bernsteinsaures Salz und schwefelsaures Kali abgeschieden hat, fällt man die Lösung mit ätzendem Kali in Ueberschufs, und digerirt sie damit einige Zeit. Das, zum Theil basische, schwefelsaure Salz wird stark geglüht, wobei ein grofser Theil der Schwefelsäure fortgeht, und der Rückstand, welcher gewöhnlich stark gefärbt ist, in verdünnter Chlorwasserstoffsäure oder Sal-

petersäure gelöst, wobei kleine Portionen von Ceriumoxyd und Manganoxyd, die beim Brennen oxydirt wurden, ungelöst zurück bleiben. Die filtrirte Lösung wird darauf mit Salmiak versetzt und gerade mit kohlensaurem Natron gefällt. Die kohlensaure Yttererde wird gewaschen und gebrannt, dann wieder in schwache Säure aufgelöst, und diese Operation mehrmals wiederholt, bis die weitere Behandlung nicht mehr nöthig erscheint.

Will man die Yttererde durch Lösung in kohlensaurem Ammoniak reinigen, was ein kostspieligerer Reinigungsprozefs ist, so mufs sie zuerst gut von Eisen und Cerium gereinigt seyn, weil sonst die Yttererde nur in geringer Menge gelöst wird. Man darf also eine eisenhaltige Yttererde nicht mit kohlensaurem Ammoniak digeriren, sondern mufs eine Lösung von reinerer Yttererde mit Ammoniaksalz im grofsen Ueberschufs fällen, und den Niederschlag kurz nachher absondern, falls nicht die Lösung sehr verdünnt ist. Will man nun die auf die eine oder andere Weise gereinigte Yttererde für sich und wasserfrei erhalten, so geschieht es am besten und leichtesten durch Glühen des oxalsauren oder salpetersauren Salzes. Das kohlensaure Salz kann hierzu nicht angewandt werden, weil es unmöglich ist, die Kohlensäure vollkommen auszutreiben.

Das Yttererdehydrat erhält man durch Fällung der essigsauren Yttererde oder des Chloryttriums mit ätzendem Alkali. Das schwefelsaure oder salpetersaure Salz giebt basische Niederschläge. Das Hydrat schrumpft beim Trocknen sehr zusammen, bleibt niemals weifs und kohlensäuert sich stark. In Ermangelung einer Luftpumpe habe ich den Wassergehalt desselben nicht bestimmen gekonnt. Bei Analysen die Yttererde durch ätzendes Ammoniak auszufällen, ist nicht vortheilhaft, weil sich das Hydrat zu geringem Theile in dem neugebildeten Ammoniaksalz auflöst. Am besten ist es, hierzu ätzendes Kali anzuwenden, und mehrmals habe ich hiezu eine Lösung von Oxalsäure mit Vortheil und Genauigkeit an-

gewendet. Ein höheres Yttriumoxyd habe ich durch Glühen von Yttererde in einem Strome von Sauerstoffgas nicht erhalten können.

Yttererde, geglüht mit *Phosphor*, giebt kein Phosphoryttrium, sondern nur eine geringe Portion phosphorsaurer Yttererde.

Chloryttrium erhält man in kleinen, farblosen und klaren, äufserst leichtlöslichen Tafeln, wenn man eine concentrirte Lösung von Yttererde in Chlorwasserstoffsäure längere Zeit freiwillig abdunsten läfst.

Bromyttrium. Brom und Yttererde, unter Wasser in Berührung gebracht, wirken höchst unbedeutend zur Bildung von Bromyttrium und bromsaurem Salz. Wird Yttererde in Bromwasserstoffsäure gelöst, so erhält man beim Abdunsten einen dicken Syrup, aus welchem sich kleine zerfliefsliche kubische Tafeln absetzen.

Jodyttrium schiefst beim freiwilligen Abdunsten in kleinen, klaren Krystallen an, welche Tetraëder mit abgestumpften Kanten zu seyn scheinen. Es löst sich leicht in Wasser, aber wenig in Alkohol. Wird eine Lösung von Jodyttrium warm abgedunstet, so erhält man eine zerfliefsliche Salzmasse. Beim Glühen zerfällt es in basisches Jodyttrium.

Cyanyttrium bildet beim Abdunsten weifse efflorescirende Wärzchen, welche sich in Wasser und Alkohol leicht lösen.

Yttriumeisencyanür ist ein weifser und unlöslicher Niederschlag von gleicher Zusammensetzung, man mag eine Yttererdelösung in eine Lösung von Kaliumeisencyanür in Ueberschufs tröpfeln oder umgekehrt. Beim Trocknen zersetzt er sich nicht und nimmt einen unbedeutenden Strich in's Meergrüne an. Ich hielt anfangs den mit überschüssigem Kaliumeisencyanür erhaltenen Niederschlag für ein Tripelcyanür, fand aber später, dafs es $Fe\,Cy + Y^2\,Cy$ ist. Beim Glühen zersetzt er sich sehr schwer.

Schwefelcyanyttrium bildet eine farblose, sehr zer-

fliefsliche Salzmasse und entsteht bei freiwilliger Abdunstung, wenn kohlensaure Yttererde in Schwefelcyanwasserstoffsäure gelöst wird.

Schwefelsaure Yttererde. Die Zusammensetzung, Schwerlöslichkeit und übrigen Eigenschaften dieses Salzes sind längst bekannt, daher hier nur eine Methode angeführt seyn mag, aus schwefelsaurer Yttererde, besonders aus einer, mit schwefelsaurem Ceriumoxydul verunreinigten, die reine Erde auszuziehen. Im letzteren Fall ist die Unlöslichkeit im Wasser so grofs, dafs sich bei Digestion desselben mit vielem Wasser nicht so viel löst, dafs die Lösung durch Kali getrübt wird. Die Zersetzung derselben kann nicht geschehen durch Brennen mit Kohle, sondern durch Glühen des Salzes und Auflösen in Salpetersäure, mit welcher Lösung sodann auf schon angegebene Weise verfahren wird.

Schwefelsaures Yttererdekali bildet eine weifse, unregelmäfsig krystallisirte Salzkruste, welche die Wände des Abdampfungsgefäfses bekleidet und ein Atom von jedem Salz enthält. Es löst sich in 16 Theilen kalten Wassers und in 10 Theilen einer kalten, gesättigten Lösung von schwefelsaurem Kali. Enthält diese letztere Lösung Ammoniaksalz oder freie Säure, so löst es sich in noch geringerer Menge; es kann also niemals zugleich mit dem analogen Ceriumoxydulsalz entstehen, wenn man einige Vorsicht anwendet.

Unterschwefelsaure Yttererde ist ein leicht lösliches Salz, welches aus einer fast syrupsdicken Lösung in langen, vierseitigen, rechtwinklichen, schief abgestumpften Prismen anschiefst. Die Krystalle sind glänzend, luftbeständig und ganz farblos. Das Salz und dessen Lösung werden schon bei 100°, unter Entwicklung von schwefligsaurem Gase, ganz leicht zersetzt. Daher ist es am besten, das Salz durch freiwillige Verdunstung anschiefsen zu lassen.

Schwefligsaure Yttererde ist ein weifses, unlösliches

Pulver und entsteht, wenn ein lösliches Yttererdesalz mit einem schwefligsauren Salze gefällt, oder wenn das Hydrat oder die kohlensaure Erde mit schwefliger Säure übergossen wird. Wenn in letzterem Fall ein Ueberschufs von schwefliger Säure angewandt wird, so löst sich, je nach seiner Gröfse, der Niederschlag zum Theil oder ganz, und man erhält bei Abdunsten der Lösung an offner Luft Krystalle von schwefelsaurer Yttererde. Der weifse Niederschlag ist ein neutrales Salz ohne Wasser, $\dot{Y}\ddot{S}$, und besteht aus 44,43 Yttererde und 55,57 schwefliger Säure.

Salpetersaure Yttererde erhält man in farblosen zerfliefslichen Blättchen, wenn man eine concentrirte Lösung bis zu einem gewissen Punkte bei ungefähr +50° abdunstet und sodann schnell abkühlt. Wenn man den Niederschlag von basisch schwefelsaurer Yttererde, welchen man bekommt, sobald man eine Yttererde-Lösung, die Schwefelsäure oder ein schwefelsaures Salz enthält, mit ätzendem Alkali fällt, in Salpetersäure auflöst, und die Lösung abdunstet, so schiefst daraus leicht schwefelsaure Yttererde an, und die Mutterlauge enthält nur salpetersaures Salz.

Jodsaure Yttererde bildet ein weifses Pulver, welches sich in 190 Theilen Wasser löst, aber schwach in Salpetersäure. Aus der Lösung setzt es sich beim Abdunsten in Gestalt einer weifsen, das Glas überziehenden Rinde an. Das Salz enthält kein chemisch gebundenes Wasser, und zersetzt sich beim Glühen bei Zutritt der Luft mit Explosion und Feuererscheinung, unter Entwicklung sowohl von Jod als von Sauerstoffgas.

Bromsaure Yttererde gleicht der vorhergehenden, löst sich aber in einer geringern Menge Wasser, verwandelt sich in der Hitze in Bromyttrium, und detonirt nicht durch einen Hammerschlag, wenn es mit Kohle oder Schwefel gemengt ist.

Kohlensaure Yttererde bildet ein weifses, lockeres,

unlösliches Pulver, wenn eine Lösung von Yttererde genau mit kohlensaurem Natron gefällt wird; wendet man aber einen Ueberschuſs des Fällmittels an, und läſst die darüberstehende Flüssigkeit eine Zeitlang in Berührung mit der Flüssigkeit, so erhält man das Salz in Gestalt kleiner, schneeweiſser, glänzender Krystalle. Es löst sich etwas in freier Kohlensäure, weshalb man, wenn man eine saure Yttererdelösung fällt, die Kohlensäure durch Kochen oder Digeriren austreiben muſs, ehe man filtrirt. Das Salz löst sich auch, obwohl in geringer Menge, in einer Lösung von kohlensaurem Natron, und setzt sich daraus beim Abdunsten als eine weiſse Haut auf die Innenseite des Glases ab. Kohlensaures Ammoniak, in groſsem Ueberschuſs zugesetzt, löst das Salz vollkommen, wenn es rein ist; aber eine geringe Einmengung von Eisenoxyd oder Ceriumoxydul macht es fast unlöslich. Es ist sehr schwer, die Kohlensäure durch Glühen auszutreiben, und eine Portion Salz, die eine ganze Stunde lang der Weiſsglühhitze ausgesetzt wird, behält immer noch einige Proc. Kohlensäure. Das Salz wurde auf die Weise analysirt, daſs die Kohlensäure durch Behandlung mit Salzsäure bestimmt, die Yttererde durch Kali aus der Lösung gefällt, und das Wasser in einem besondern Versuch durch Erhitzung bestimmt wurde. Es ergab sich, daſs sowohl das pulverförmige als das krystallinische Salz die nämliche Verbindung ist, nämlich: $\dot{Y}\ddot{C}+3\dot{H}$, deren Wasser, 30,24 Procent, bei etwa +130° C. fortgeht. Bei +100° geht ein Atom Wasser fort und es bleibt $\dot{Y}\ddot{C}+2\dot{H}$ zurück.

Oxalsaure Yttererde ist ein anfangs käseähnlicher voluminöser Niederschlag, welcher sich später setzt, blendend weiſs ist und sich leicht auswaschen läſst. Er ist ganz unlöslich in Wasser und im Ueberschuſs von Oxalsäure; Salzsäure und Salpetersäure lösen ihn, wenn sie concentrirt sind, aber in einem verdünnteren Zustande löst die Salzsäure ihn nicht. Eine Lösung von Oxalsäure

ist ganz zweckmäfsig bei Analysen, die Yttererde quantitativ zu bestimmen in einer neutralen oder schwach sauren Lösung in Salzsäure. Durch Glühen dieses Salzes erhält man die Yttererde ganz leicht rein und frei von Kohlensäure. Das Salz enthält 26,12 Procent oder drei Atome chemisch gebundenen Wassers, das aber erst bei anfangender Zersetzung fortgeht.

Oxalsaures Yttererdekali erhält man, wenn man eine Yttererdelösung mit saurem, oxalsaurem Kali fällt. Es ist ein weifser, schwerer Niederschlag, der sich ganz leicht auswaschen läfst. Es besteht aus einem Atome von jedem der Salze.

Borsaure Yttererde. Sowohl $\dot{\mathrm{N}}\mathrm{a}\overset{\cdots\cdots}{\mathrm{B}}$ als $\dot{\mathrm{N}}\overset{\cdots}{\mathrm{B}}$ bringen weifse Niederschläge in Yttererdelösungen hervor; feucht sind sie fast schleimig und halb durchscheinend; nur beim Trocknen bilden sie weifse Klumpen. Die Zusammensetzung hat bei keinem dieser Niederschläge ermittelt werden können, weil sie auf dem Filtrum sich kohlensäuern und während des Auswaschens zersetzen.

Essigsaure Yttererde krystallisirt leicht und regelmäfsig aus einer neutralen Auflösung beim freiwilligen Abdunsten. Enthält die Lösung freie Essigsäure, so bildet sich über den angeschossenen Krystallen ein dicker Syrup. Es schiefst sowohl in rhombischen Prismen an, als auch in platten, vierseitigen Prismen mit dreiseitiger Zuspitzung. Das Salz ist luftbeständig und nach erster Krystallisation gewöhnlich äufserst schwach rosenfarben; es kann aber farblos erhalten werden, wenn man es wiederum in Wasser löst, etwas im Wasserbad abdunstet, und darauf dem freiwilligen Verdunsten überläfst. Bei $+100^{\circ}$ verliert es 16,54 Procent oder sein sämmtliches Krystallwasser und wird mattweifs. Es löst sich in Alkohol, und erfordert zu seiner Lösung 9 Theile von kaltem, aber weniger von warmem Wasser. Seine Zusammensetzung ist $\dot{\mathrm{Y}}\bar{\mathrm{A}}+2\dot{\mathrm{H}}$.

Wein-

Weinsaure Yttererde. Weinsaures Natron giebt mit Yttererdelösung einen voluminösen Niederschlag, welcher, getrocknet, ein weifses lockeres Pulver bildet, und unlöslich ist in Wasser. Es ist das neutrale Salz $\dot{Y}\overline{T}$, und enthält kein chemisch gebundenes Wasser. Beim Glühen wird es sehr träge zersetzt. Wird eine Lösung von Weinsäure in Wasser mit dem neutralen Salz versetzt, so löst sich davon anfänglich etwas; allein, wenn mehr hinzukommt, bleibt es ungelöst, und erhält nach einiger Zeit ein krystallinisches Ansehen. Diefs ist das Bitartrat.

Citronsaure Yttererde. Wenn eine neutrale Yttererdelösung in eine Lösung von neutralem krystallisirten citronensauren Natron eingetröpfelt wird, so erhält man einen weifsen Niederschlag, welcher sich anfangs auflöst, später aber bleibend wird. Dieser Niederschlag ist das neutrale Salz $\dot{Y}\bar{C}+\dot{H}$. Er vermindert sich auf dem Filtrum beim Waschen ohne Zersetzung, weil er in 142 Th. kalten Wassers löslich ist. Sein chemisch gebundenes Wasser, 8,36 Procent, geht bei $+100^{\circ}$ fort, und wasserfreies Salz bleibt zurück. Er löst sich in Aetzammoniak, und die Lösung giebt beim Abdunsten eine ganz gummiähnliche gelbe Masse, welche sich in Wasser leicht löst, und beim Glühen kein Ammoniak giebt, sondern eben so viel Yttererde zurückläfst als das ursprüngliche Salz. Das Bicitrat trocknet zu einem wasserklaren Gummi ein, welches bei starkem Trocknen durchsichtig bleibt. Es wird erhalten, wenn man das neutrale Salz mit einer Lösung von Citronsäure kocht.

Citronsaures Yttererdenatron. Eine Lösung von citronsaurem Natron löst citronensaure Yttererde sehr leicht und in grofser Menge, besonders wenn diese frisch gefällt und noch feucht ist. Beim Abdunsten der Lösung erhält man eine gummiähnliche Masse, die sich leicht in Wasser löst, und nicht gefällt wird von Kali, Natron, Am-

moniak, kohlensaurem Natron und oxalsaurem Ammoniak, sondern nur von saurem oxalsauren Kali.

Aepfelsaure Yttererde ist ein weifses, fast krystallinisches Pulver, welches erhalten wird entweder, wenn man concentrirte Lösungen von einem Yttererdesalz und einem neutralen äpfelsauren Salz, ohne Ueberschufs von einem, mit einander vermischt, oder besser, wenn man kohlensaure Yttererde mit Aepfelsäure übergiefst. Die äpfelsaure Yttererde ist dann zum Theil in der überschüssigen Aepfelsäure gelöst, und kann daraus, durch gelindes Abdunsten, in kleinen weifsen Wärzchen erhalten werden. Es hat ganz dieselbe Zusammensetzung wie die neutrale citronsaure Yttererde, und ist $\dot{Y}\overline{Ma}+\dot{H}$, aber sein chemisch gebundenes Wasser kann nicht bei 110° C. ausgetrieben werden. Durch Hitze wird es sehr schwer zersetzt. Es löst sich in 74 Th. Wasser, und wird beim Verdunsten des Wassers in schneeweifsen Körnern erhalten. In Aepfelsäure löst es sich auch, aber es scheint nicht, als bilde es damit ein saures Salz, denn beim Abdunsten schiefst das neutrale Salz an, und in der Mutterlauge ist nur freie Säure. Eine Lösung von äpfelsaurem Natron nimmt sehr viel vom Salze auf und krystallisirt nicht beim Abdunsten.

Bernsteinsaure Yttererde. Wenn concentrirte Lösungen von salpetersaurer Yttererde und bernsteinsaurem Natron vermischt werden, so entsteht sogleich kein Niederschlag, allein nach einigen Minuten trübt sich die Flüssigkeit, und ein feines krystallinisches Pulver setzt sich ab. Waren die Auflösungen verdünnter, so setzt sich die bernsteinsaure Yttererde erst nach längerer Zeit und in gröfseren Krystallkörnern ab. Das Salz enthält 2 Atome Wasser, von denen das eine bei 100° C. fortgeht. Beim Glühen zersetzt es sich träge. Einmal gefällt, löst es sich träge in kaltem Wasser, aber leichter in warmem. Im Entstehungszustande hält es sich leicht gelöst, wenn die Flüssigkeit verdünnt und warm ist; aber

diese Löslichkeit hängt sehr ab von dem Salze, welches bei der Doppelzersetzung in der Flüssigkeit gebildet wird. Will man Eisenoxyd und Yttererde durch ein bernsteinsaures Salz von einander trennen, so ist es am besten, das Eisenoxyd aus der verdünnten Lösung warm zu fällen, und, nachdem es gefällt ist, mit der Abscheidung des Niederschlags nicht zu säumen.

Benzoësaure Yttererde. Vermischt man concentrirte Lösungen von einem Yttererdesalz und einem benzoësauren Salz, so entsteht sogleich kein Niederschlag; wenn aber die Mischung an einem warmen Ort einige Zeit stehen gelassen wird, so setzt sich das Salz als ein weifses Pulver ab. Um das in der Mutterlauge noch aufgelöste Salz zu erhalten, ist es am besten, diese, bei gelinder Wärme, fast zur Trockne einzudunsten, und sodann mit kleinen Mengen Wasser das durch die Doppelzersetzung gebildete Salz von der benzoësauren Yttererde abzuwaschen. Sind die zusammengemischten Lösungen verdünnter, so erhält man durch eben erwähnte Behandlung das Salz in kleinen schweren Krystallkörnern, welche sich unter dem Mikroskop als kugelförmige Zusammensetzungen von vierseitigen Prismen erweisen. Das Salz löst sich in 89 Th. kalten Wassers und in weniger von warmem. Nach einer approximativen Analyse scheint die benzoësaure Yttererde kein Wasser zu enthalten.

Cyansaure Yttererde bildet ein weifses unlösliches Pulver, das man am leichtesten erhält, wenn man weingeistige Lösungen von cyansaurem Kali und einem Yttererdesalz mit einander mischt und eine Weile stehen läfst, worauf sich dann das Salz absetzt. Löst man die Salze in Wasser und vermischt sie, so erhält man den Niederschlag sogleich, aber gemengt mit kohlensaurem Salz. Die cyansaure Yttererde löst sich weder in Wasser noch in Weingeist, und ist ein wasserfreies Salz.

Chinasaure Yttererde. Kohlensaure Yttererde löst

sich mit Brausen in Chinasäure, und die Lösung abgedunstet, giebt eine gummigleiche Masse, welche vom Wasser leicht aufgenommen wird.

Mekonsaure Yttererde ist träglöslich in Wasser, indefs wird eine Yttererdelösung nicht durch Mekonsäure gefällt. Vereinigt man Yttererde mit einer nicht ganz reinen Mekonsäure, so ist die Verbindung viel träglöslicher als sonst. Beim Abdunsten der Lösung bleibt die mekonsaure Yttererde als eine weifse Haut zurück.

Krokonsaure Yttererde kann durch freiwillige Abdunstung in gelbbraunen, flimmernden, im Wasser leicht löslichen Krystallschuppen erhalten werden.

Arseniksaure Yttererde. 1) *Neutrale*, ist ein weifser schwerer Niederschlag, und wird erhalten, wenn man eine Yttererdelösung in eine Lösung von einem neutralen arseniksauren Salz eintröpfelt. Beim Trocknen wird sie etwas dunkel. Sie löst sich leicht in Salpetersäure, und die Lösung giebt beim Abdunsten eine Krystallkruste. Mit Ammoniak übergossen, verwandelt es sich in ein basisches Salz. — 2) *Basische* erhält man, wenn man ein arseniksaures Salz mit einem Ueberschufs einer Yttererdelösung vermischt. Noch feucht bildet sie einen weifsen Niederschlag, welcher auf dem Filtrum beim Trocknen zu grofsen Klumpen zusammenschrumpft, welche eine gelbbraune Farbe und ein hornartiges Aussehen annehmen. In Salpetersäure gelatinirt sie erst, und löst sich dann, aber träger als das neutrale Salz.

Chromsaure Yttererde. Eine Yttererdelösung wird nicht von chromsaurem Alkali gefällt. Kohlensaure Yttererde wird leicht und mit Brausen von Chromsäure aufgelöst; wenn man von ersterer so lange hinzusetzt als sie sich löst, so bekommt man eine braune Lösung, welche nach einiger Zeit ein braunes Pulver von basisch chromsaurer Yttererde absetzt. Die darüber stehende Flüssigkeit enthält noch ein basisches Salz aufgelöst, aber beim Kochen wird es gröfstentheils und mit etwas hel-

lerer Farbe herausgefällt. Die gekochte Lösung ist gelb, und enthält neutrales Salz. Bei freiwilliger Abdunstung schiefst es in gelbbraunen zerfliefslichen Nadeln an; mehrentheils trocknet es ein zu einem braunen zerfliefslichen Ueberzug mit nur schwachen Anzeigen von Krystallisation.

Molybdänsaure Yttererde bildet einen weifsen, käseähnlichen Niederschlag, welcher auf dem Filtrum zusammenbackt und ganz unlöslich ist in Wasser. Trokken ist er ein weifses Pulver, welches sich leicht in Salpetersäure löst. Zur Darstellung des Salzes wurde neutrales molybdänsaures Ammoniak angewandt, und es ergab sich als ein neutrales wasserloses Salz, $\dot{Y}\dddot{Mo}$.

Wolframsaure Yttererde ist ein weifses Pulver, welches sich in wolframsaurem Natron etwas, und in Wasser in ganz geringer Menge löst. Der mit wolframsaurem Natron erhaltene Niederschlag enthält 11,69 Procent chemisch gebundenen Wassers, und ist $\dot{Y}\dddot{W}+2\dot{\bar{H}}$.

X. *Ueber Eisenoxydnatron und Thonerdenatron; vom Grafen F. Schaffgotsch.*

Nichts ist bekannter als der ausgezeichnete Einflufs, welchen die Verschiedenheit der Temperatur auf die chemische Anziehung ausübt, die sowohl zwischen einfachen als zusammengesetzten Körpern stattfindet, und es giebt, in Hinsicht auf letztere, kein vorzüglicheres Beispiel, als Verhalten einiger feuerbeständigen Säuren, welche, bei gewöhnlicher Temperatur keine oder wenigstens nur höchst lose Verbindungen mit Salzbasen eingehend, ihren Namen kaum zu verdienen scheinen, während sie in der Glühhitze sich nicht nur mit freien Basen leicht und innig verbinden, sondern vermöge ihrer Nichtflüchtigkeit sogar den stärksten, aber flüchtigen Säuren den Rang strei-

tig machen, und dieselben aus ihren Salzen vollständig vertreiben. Namentlich ist es die Kieselsäure, welche bei hoher Temperatur selbst den schwefelsauren Salzen die Basis zu entreifsen vermag, obgleich die wäfsrigen Auflösungen der Silicate nicht einmal der sonst so schwachen zersetzenden Einwirkung von Essigsäure und Kohlensäure widerstehen. Aber selbst Oxyde, welche auf nassem Wege ein entschiedenes, obwohl mäfsiges Bestreben äufsern, sich mit Säuren zu vereinigen, und daher allgemein den Basen zugezählt werden, verrathen auf trocknem Wege einen gerade entgegengesetzten, d. h. elektronegativen Charakter, indem sie aus Salzen, die bei keiner noch so hohen Temperatur ihre Säure entweichen lassen, die letztere verjagen und mit der Basis eine Verbindung eingehen, welche man gewissermafsen als Gegenstück einer sogenannten Doppelsäure betrachten kann. So weifs man, dafs schmelzendes kohlensaures Alkali von Kupferoxyd zerlegt wird, und es ist das analoge Verhalten von Eisenoxyd und Thonerde, worüber die im Folgenden zu erörternden Versuche angestellt wurden.

Schmilzt man kohlensaures Natron im Platintiegel und schüttet fein gepulvertes Eisenoxyd in verhältnifsmäfsig geringer Menge hinzu, so gewahrt man eine lebhafte Effervescenz, und erhält, wenn man den Versuch so lange fortsetzt, bis keine Kohlensäure mehr entweicht, eine schwer schmelzbare, nach dem Erkalten leberbraune Masse, welche Fettglanz und muschligen Bruch besitzt. Der Einwirkung der Luft überlassen, wird sie unter allmäliger Absorption von Kohlensäure rothbraun und matt, ohne dabei zu zerfliefsen. Sowohl kaltes als heifses Wasser zerlegt dieses, natürlich mit vielem Natroncarbonat gemengte, Eisenoxydnatron sogleich unter Absonderung blutrothen Eisenoxydes. Die filtrirte kalte Auflösung fällt aus der Solution des salpetersauren Silberoxyds ein braunes Gemenge von kohlensaurem und freiem Sil-

beroxyd, als Beweis eines Aetznatrongehaltes. Das Eisenoxyd, welchem durch Auswaschen mit heifsem Wasser, nach einem mit 11 Centigrammen angestellten Versuche, alles Natron entzogen wird, besitzt nach dem Trocknen eine ungewöhnlich dunkle, bläulichschwarze Farbe, und wird schwach vom Magnet gezogen, Umstände, nach denen man einen wesentlichen Gehalt von Eisenoxydul vermuthen könnte; allein die dunkle Farbe wird durch das stärkste Glühen, selbst nach vorangegangener Befeuchtung des Oxydes mit Salpetersäure, nicht heller, und der geringe Magnetismus des Pulvers, welchen vorübergehende Rothglühhitze gänzlich vertilgt, deutet nur eine höchst schwache Desoxydation an, indem es bekannt ist, dafs die reinsten Krystalle des natürlichen Eisenoxyds einen ganz deutlichen, mitunter selbst polaren Magnetismus zu zeigen pflegen. Es scheint bemerkenswerth, dafs das Eisenoxyd, welches sonst nach dem Glühen schwerlöslich in Säuren ist, sich ganz anders verhält, wenn man es mit starken Basen zusammenschmilzt; denn das auf die gedachte Weise dargestellte Eisenoxydnatron löst sich in verdünnter kalter Salzsäure mit Leichtigkeit auf. Doch bleibt in der Regel hiebei ein kleiner Rückstand in Gestalt eines schweren Pulvers von rein eisenschwarzer Farbe, welcher stark vom Magnet gezogen und von kochender concentrirter Salzsäure gelöst wird, während er mit kalter verdünnter Säure in anhaltender Berührung bleiben kann, ohne zu verschwinden. Dieses Ungelöste ist ohne Zweifel Eisenoxydoxydul, das sich beim anhaltenden Schmelzen der Verbindung von Natron mit Eisenoxyd in geringer Menge ausgeschieden hat, und die obgedachten magnetischen Eigenschaften des ausgewaschenen Oxydes verursacht.

Die über die Austreibung der Kohlensäure durch Eisenoxyd angestellten Experimente veranlafsten mich zu ähnlichen mit Thonerde, da diese Basis, obgleich elektropositiver als Eisenoxyd, doch eine fast durchgängige Ana-

logie mit letzterem zeigt. Es fand sich in der That, dafs auch die Thonerde das schmelzende kohlensaure Natron zerlegt, und zwar mit viel gröfserer Schnelligkeit als das Eisenoxyd, offenbar weil das sich bildende Natronaluminat einen ungleich niederen Schmelzpunkt besitzt als die entsprechende Eisenoxydverbindung. Das Thonerde-Natron ist farblos und emailartig; es hat muschligen Bruch, und wird im frischen Zustande von kaltem Wasser leicht und ohne den mindesten Rückstand gelöst. Diese Auflösung, aus welcher Salmiak und eine zur Sättigung des Natrons unzureichende Menge Salzsäure Thonerdehydrat fällen, wird von der Kohlensäure der atmosphärischen Luft allmälig zersetzt, und trübt sich durch ausgesonderte Thonerde. Auch das feste Aluminat zieht Kohlensäure an, und bedeckt sich mit einer geringen Efflorescenz von kohlensaurem Natron.

So viel über die Existenz der beiden in Rede stehenden Verbindungen; ich wende mich nun zu ihrer quantitativen Zusammensetzung, deren Ermittlung mir ein besonderes Interesse darzubieten schien. Es wurden sowohl mit Eisenoxyd als mit Thonerde drei Versuche angestellt, und zwar auf die Weise, dafs die sich entwickelnde Menge von Kohlensäure, welche das Maafs für die in Verbindung getretene Natronmenge abgiebt, durch Beobachtung des Gewichtsverlustes gefunden wurde.

Gegen 2 Grm. so eben geschmolzenes kohlensaures Natron wurden zum feinsten Pulver zerrieben und im Platintiegel längere Zeit nahe zum Glühen erhitzt. Das Gewicht betrug gleich nach dem Erkalten 2,043 Grm.; darauf wurde etwas frisch geglühtes reines Eisenoxyd, welches ganz unmagnetisch und kirschroth gefärbt war, hinzugeschüttet, und nach behutsamer und inniger Mengung wieder längere Zeit nahe zum Glühen erwärmt. Das Gewicht des eben erkalteten Gemenges betrug 2,473 Grm., folglich wog das Eisenoxyd 0,430 Grm. Nun folgte eine Reihe heftiger Glühungen, welche bei auf-

gesetztem Tiegeldeckel über einer guten Weingeistlampe mit doppeltem Luftzuge geschaben, und wovon keine unter funfzehn, manche auch dreifsig Minuten und länger dauerte. Das Gewicht wurde jedesmal gleich nach dem Erkalten genommen, und folgende allmälige Abnahme gefunden:

2,390 Grm.	2,353 Grm.	2,343 Grm.
2,377 -	2,349 -	2,343 -
2,366 -	2,348 -	2,343 -
2,360 -	2,346 -	2,343 -
2,357 -	2,343.	

Die gesammte Gewichtsverminderung, d. h. die Menge der entwichenen Kohlensäure, beträgt also 0,130 Grm.

Bei einem zweiten Versuche wurde ganz dasselbe Verfahren beobachtet, als beim vorigen. Das kohlensaure Natron wog 2,012 Grm., das Gemenge 2,515 Grm., mithin das Eisenoxyd 0,503 Grm. Die einzelnen Wägungen ergaben:

2,412 Grm.	2,377 Grm.	2,3705 Grm.	2,368 Grm.
2,387 -	2,373 -	2,3705 -	2,368 -
2,382 -	2,373 -	2,369 -	2,368 -
2,379 -	2,372 -	2,369 -	2,368 -
2,3775 -	2,371 -	2,368.	

Der constante Gewichtsverlust ist mithin hier 0,147 Grm.

Bei dem dritten Versuche wurde das kohlensaure Natron nicht gepulvert und mit dem Eisenoxyd gemengt, sondern letzteres im frisch geglühten Zustande auf die eben erstarrte Oberfläche des Salzes gestreut, der Gesammtinhalt des Tiegels stark erwärmt und nach dem Erkalten rasch gewogen. Das kohlensaure Natron wog 1,790 Grm., die Summe beider Substanzen 2,135 Grm., folglich das Oxyd 0,345 Grm. Die successiven Resultate der Schmelzungen, die auf die erwähnte Weise geschahen, waren:

2,065 Grm.	2,044 Grm.	2,039 Grm.
2,050 -	2,043 -	2,039 -
2,048 -	2,041 -	2,039 -
2,046 -	2,039 -	2,039 -

Die ganze Abnahme des Gewichts ist hier 0,096 Grm.

Die Ergebnisse der drei Versuche stimmen mit einander auf eine annehmbare Weise überein. Im ersten derselben enthält das Eisenoxyd 0,1318 Grm. Sauerstoff, während die Hälfte des Sauerstoffs in der Kohlensäure, d. h. der ganze Sauerstoff des mit Eisenoxyd verbundenen Natrons, 0,047 Grm. beträgt, und hieraus folgt ein Sauerstoffverhältnifs 2,80 : 1. Der zweite Versuch giebt ein Verhältnifs des Sauerstoffs zwischen Eisenoxyd und Natron, wie 0,1542 : 0,0532 oder 2,90 : 1, der dritte, wie 0,1058 : 0,0347 oder 3,05 : 1.

Die ungefähre Menge des bei der Behandlung des Eisenoxydnatrons mit Salzsäure ungelöst bleibenden Oxydoxyduls suchte ich durch einen quantitativen Versuch zu bestimmen. Ich nahm dazu mehrere Stückchen von nicht gleichzeitig bereiteten Quantitäten der Natronverbindung und löste sie in zuvor mit 2 Theilen Wasser verdünnter Chlorwasserstoffsäure auf. Das Ungelöste wurde auf einem höchst kleinen Filtrum gesammelt, und wog nach dem Auswaschen und Glühen genau 0,003 Grm. Die abfiltrirte goldgelbe Flüssigkeit gab mit Ammoniak einen Niederschlag von der charakteristischen hell braunrothen Farbe des Eisenoxydhydrats ohne alle schwärzliche Nüance. Ausgewaschen und geglüht wog er 0,1415 Grm., wonach die Menge des zu Oxydoxydul reducirten Eisenoxydes 2,08 Procent beträgt. Diesem entspricht als Gewichtsverlust an Sauerstoff 0,07 Procent, eine Menge, die ihrer Geringfügigkeit wegen gar nicht in Betracht kommt.

Bei der Untersuchung des Verhaltens der Thonerde zum kohlensauren Natron wurde eben so verfahren, als im dritten beim Eisenoxyd angeführten Versuche.

Ich schmolz zwischen 3 bis 4 Grm. kohlensaures Na-

tron im Platintiegel, und fand das Gewicht gleich nach dem Erkalten 3,523 Grm. Darauf schüttete ich fein gepülverte reine Thonerde, die eben zu glühen aufgehört, auf das Salz, und erwärmte den Tiegel eine Zeit lang stark. Der erkaltete Inhalt wog 3,8345 folglich die Thonerde 0,3115 Grm. Nach einem etwa halbstündigen Schmelzen bei der stärksten Hitze, welche die Lampe zu geben vermochte, war das Gewicht auf 3,6975 Grm. gesunken. Eine zweite lange dauernde Schmelzung liefs das Gewicht unverändert, eine dritte desgleichen, so dafs die entwichene Kohlensäure 0,137 Grm. beträgt. Das Sauerstoffverhältnifs zwischen Thonerde und Natron ist hienach: 0,14549 : 0,04956 oder 2,94 : 1.

Bei einem zweiten Versuche wog das geschmolzene kohlensaure Natron 3,863 Grm., und die hinzugefügte Thonerde 0,371 Grm., indem das Gesammtgewicht 4,234 Grm. betrug. Letzteres sank durch einstündige Schmelzung auf 4,070 Grm. herab, und blieb nach zwei Glühungen, deren jede 25 Minuten dauerte, ungeändert, so dafs die Menge der ausgetriebenen Kohlensäure 0,164 Grm. beträgt, und das hieraus gefolgerte Sauerstoffverhältnifs gleich ist: 0,17327 : 0,05933 oder 2,92 : 1.

Im dritten Versuche wog das kohlensaure Natron für sich 2,7835 Grm., mit der Thonerde zusammen 3,047 Grm., und das fünf Viertelstunden lang geschmolzene Gemenge von kohlensaurem Natron und Natronaluminat 2,9315 Grm. Eine zweite, 25 Minuten währende Schmelzung änderte hieran nichts, eine dritte gleich lange eben so wenig. Es waren also 0,1155 Grm. Kohlensäure entwichen. Hier verhält sich der Sauerstoff der Thonerde zur Hälfte des Sauerstoffs im Natron, wie 0,123066 : 0,041782 oder 2,95 : 1.

Diese mit Eisenoxyd und Thonerde angestellten sechs quantitativen Versuche scheinen auf eine unzweideutige Weise zu der Folgerung zu leiten, dafs die beiden in Rede stehenden Oxyde, bei ihrer Verbindung mit Na-

tron, eine gleiche, und zwar ein Drittheil des Sauerstoffs betragende Sättigungscapacität besitzen; denn sämmtliche für das Sauerstoffverhältnifs gefundene Werthe nähern sich hinlänglich dem Verhältnisse von 3 : 1, welches den Formeln $\dot{Na}\,\dddot{Fe}$ und $\dot{Na}\,\dddot{Al}$ entspräche. Die folgenden Schemata enthalten eine Zusammenstellung der nach den beiden Formeln berechneten und der aus den Versuchen abgeleiteten Zusammensetzung der Natronverbindungen in Procenten:

Eisenoxydnatron.

	Berechnet.	Gefund. I.	Gefund. II.	Gefund. III.
Natron	28,55	29,95	29,24	28,24
Eisenoxyd	71,45	70,05	70,76	71,76.

Thonerdenatron.

	Berechnet.	Gefund. I.	Gefund. II.	Gefund. III.
Natron	37,83	38,34	38,46	38,26
Thonerde	62,17	61,66	61,54	61,74.

Es verdient wohl Beachtung, dafs Eisenoxyd und Thonerde auch in den natürlich vorkommenden Verbindungen, deren elektro-negativen Bestandtheil sie ausmachen, eine gleiche Sättigungscapacität beobachten, und dafs eben diese Sättigungscapacität mit der für die künstlichen Natronverbindungen gefundenen übereinstimmt. Aufser den durch ihre Isomorphie ausgezeichneten Ferraten (*sit venia verbo*) und Aluminaten, dem Magneteisenstein, Franklinit, Ceylanit, Gahnit, Spinell, verdient der Diaspor erwähnt zu werden, welcher die Zusammensetzung $\dot{H}\,\dddot{Al}$ besitzt.

Das Verhalten von Eisenoxyd und Thonerde gegen schmelzendes kohlensaures Kali habe ich nicht geprüft, indem dieses Salz, vermöge seiner Zerfliefslichkeit, zu genauen Gewichtsbestimmungen ganz untauglich ist; es verhält sich aber höchst wahrscheinlich dem kohlensauren Natron gleich. Hiebei verdient berücksichtiget zu wer-

den, dafs, nach Versuchen von Prof. E. Mitscherlich, das kleesaure Doppelsalz von Eisenoxyd und Kali durch Glühhitze dergestalt zersetzt wird, dafs die beiden Basen in Verbindung mit einander, frei von Kohlensäure, zurückbleiben, und zwar in einem der obgedachten Natronverbindung entsprechenden Verhältnisse, welches auch unmittelbar aus der Zusammensetzung des Doppelsalzes hervorgeht, weil nämlich darin das Eisenoxyd, wie im analogen schwefelsauren Doppelsalze, dem Eisenalaune, drei Mal so viel Sauerstoff enthält, als das Kali.

Schliefslich möge daran erinnert werden, dafs ganz ähnliche Versuche, als ich mit Eisenoxyd und Thonerde anstellte, schon vor langer Zeit Professor H. Rose mit Zinnoxyd, Titansäure und Kieselsäure gemacht hat, indem er diese Substanzen mit kohlensaurem Natron zusammenschmolz, und aus dem Gewichtsverluste die Sättigungscapacität ableitete. Letztere wurde hiebei für alle drei Oxyde gleich der Hälfte ihres Sauerstoffgehaltes gefunden, woraus folgt, dafs das auf trocknem Wege gewonnene zinnsaure und titansaure Natron aus gleichen Atomen beider Bestandtheile zusammengesetzt ist, in völliger Uebereinstimmung mit der Constitution des Eisenoxydnatrons und Thonerdenatrons; dagegen weicht hievon die Zusammensetzung des Natronsilicates ab, indem dasselbe drei Atome Natron auf zwei Atome Kieselsäure enthalten mufs, um der gefundenen, $\frac{1}{2}$ betragenden Sättigungscapacität zu genügen.

Gern hätte ich das Verhalten des Manganoxydes und Chromoxydes mit dem der erwähnten Oxyde verglichen, aber es ist offenbar, dafs die Leichtigkeit, womit diese Körper sich zu Säuren oxydiren, wenn sie in Berührung mit starken Basen an der Luft erhitzt werden, jede Untersuchung dieser Art vereiteln würde. Doch wird sich, wie ich hoffe, einiges Neue aus gleichartigen, mit Ceroxyd, Beryllerde, Yttererde, Zirconerde anzustellenden Experimenten schöpfen lassen.

XI. *Trennung des Eisenoxyds von der Thonerde; vom Dr. N. Graeger.*

Die gewöhnliche Methode, diese beiden Körper zu trennen, besteht bekanntlich darin, dafs man den durch Ammoniak erhaltenen Niederschlag derselben noch im feuchten Zustande mit kaustischem Kali behandelt, oder, wenn die Thonerde in gröfserer Menge gegen das Eisenoxyd vorhanden ist nach Berzelius, indem man den Niederschlag glüht und das gemeinschaftliche Gewicht bestimmt. Der geglühte Rückstand wird nun in concentrirter Schwefel- oder Chlorwasserstoffsäure aufgelöst. Aus dieser Auflösung wird durch kaustisches Kali das Eisenoxyd niedergeschlagen; im Uebermaafs des Fällungsmittels bleibt alsdann die Thonerde aufgelöst.

Es ist nicht immer gut auszuführen, nach der ersten Methode den Niederschlag vom Filter zu trennen, und ohne Verlust fast unmöglich; hierzu kommt noch, und was die Hauptsache ist, das doppelte Auswaschen der Thonerde. Dieses zu umgehen, hat Berzelius in besonderen Fällen die zweite Methode angegeben.

Das Auflösen des geglühten Niederschlages in den angegebenen Säuren geht schwierig und selten ohne Verlust von statten.

Eine genauere und schneller zum Ziele führende Methode, diese beiden Körper zu bestimmen, ist folgende: Der wohl gewaschene gemischte Niederschlag wird von dem Filter abgenommen, in concentrirter Chlorwasserstoffsäure aufgelöst, und die Auflösung unmittelbar von einem tarirten Gefäfse aufgenommen. Nach einigenmalen Abwaschen des Filters wird die Flüssigkeit gewogen, und, nachdem sie gut gemischt ist, entweder in zwei gleiche Theile getheilt, oder ein bestimmter Theil

davon genommen. Diese Operation läfst sich leicht und sicher ausführen.

Aus der einen Hälfte schlägt man Thonerde und Eisenoxyd gemeinschaftlich durch Ammoniak nieder. Dieser Niederschlag braucht nicht ausgewaschen zu werden. Der andere Theil wird durch kaustisches Kali, das man zum Wiederauflösen der Thonerde im Ueberschufs zusetzt, niedergeschlagen, und dadurch das Eisenoxyd bestimmt. Die erhaltenen Mengen sind doppelt zu nehmen.

Es versteht sich von selbst, dafs man das fernere Aussüfswasser von oben eben so theilt und gleich mit in Behandlung nimmt. Man kann nun auch aus der Flüssigkeit, aus welcher Eisenoxyd und Thonerde zum zweiten Male durch Ammoniak gefällt worden sind, die Kalkerde, Talkerde und das Manganoxydul, wenn solche in dem ersten Niederschlage enthalten waren, abscheiden, besonders bestimmen, und vom Gewichte des Eisenoxyds abziehen.

XII. *Mineralogisch-chemische Notizen über Stilpnomelan, schwefelsaure Thonerde und schwefelsaures Eisenoxyd; von C. Rammelsberg.*

I. Stilpnomelan.

Das Fossil, welches von Glocker mit diesem Namen bezeichnet wurde, ist bisher nur zu Obergrund, unweit Zuckmantel in Oestreichisch-Schlesien, vorgekommen [1]).

Es ist von ausgezeichnet blättriger Structur, von der Härte des Kalkspaths, besitzt ein spec. Gew. von 3,0 bis 3,4, und hat eine rabenschwarze Farbe, die im Pulver deut-

1) Glocker's Beiträge zur mineralogischen Kenntnifs der Sudetenländer, Heft 1 S. 68.

lich in's Grüne zieht; der Glanz des blättrigen Bruchs liegt zwischen Glas- und Perlmutterglanz. Der blättrige Zustand geht auch in den feinschuppigen und dichten über.

Der Stilpnomelan wird von Kalkspath und Quarz begleitet, enthält auch zuweilen Schwefelkies und Magneteisenstein eingesprengt. Die chemische Natur dieses Fossils scheint bisher unbekannt geblieben zu seyn.

Vor dem Löthrohr verhält es sich folgendermaſsen: im Kolben giebt es Wasser, welches schwach alkalisch reagirt, ohne Spuren von Fluorwasserstoffsäure. In der Platinzange erhitzt, schmilzt es etwas schwer zu einer schwarzen, glänzenden Kugel. In Borax löst es sich vollkommen auf und zeigt die Reaction von Eisen. Im Phosphorsalz hinterläſst es ein farbloses Kieselskelett, während die Perle im Reductionsfeuer mit Zinn behandelt eine bouteillengrüne Farbe annimmt. Mit Soda auf Platinblech geschmolzen, läſst es nicht merklich Mangangehalt erkennen.

Von concentrirten Säuren wird der Stilpnomelan selbst in der Wärme nur sehr unvollkommen zerlegt; die Auflösung enthält Eisen im Zustande des Oxyduls.

Zur Analyse wurden ausgesuchte Stücke gepulvert, mit sehr verdünnter Chlorwasserstoffsäure, zur Entfernung des anhängenden Kalkspaths, digerirt, ausgewaschen, geschlämmt und getrocknet. Der Wassergehalt wurde durch Glühen im bedeckten Platintiegel, die übrigen Bestandtheile durch Glühen des Pulvers mit kohlensaurem Natron nach den bekannten Methoden bestimmt. Auf diese Art lieferten drei Analysen, welche sämmtlich mit verschiedenen Proben des Minerals unternommen waren:

	I.	II.	III.
Kieselsäure	43,186	46,500	45,425
Eisenoxydul	37,049	33,892	35,383
Thonerde	8,157	7,100	5,882
Talkerde	3,343	1,888	1,678
Kalkerde	1,188	0,197	0,183
Wasser	5,950	7,900	9,281
	98,873	97,477	97,832.

Um einen Gehalt an Alkali zu ermitteln, analysirte ich eine neue Portion vermittelst Flufsspath und Schwefelsäure, und erhielt:

Eisenoxydul	35,823
Thonerde	5,879
Talkerde	2,666
Kali mit einer Spur Natron	0,750
Wasser	8,715
Kieselsäure als Verlust	46,167
	100.

Berechnet man das Eisen als $\dot{F}e\,\dddot{F}e$, so geben sämmtliche Analysen einen Ueberschufs. Vielleicht ist es daher nur als Oxydul im Mineral enthalten. Die nicht unbedeutenden Schwankungen in den relativen Mengen der Bestandtheile lassen indefs nicht wohl eine Berechnung der gefundenen Resultate zu. Vielleicht ist die feinschuppige Varietät, welche mit den blättrigen Parthien des Fossils verwachsen ist, wirklich Chlorit, mit dem sie grofse Aehnlichkeit hat, und Ursache jener Differenzen. Nur so viel geht aus sämmtlichen Analysen hervor, dafs der Sauerstoff der Kieselsäure annähernd das Dreifache von dem des Eisenoxyduls und des Wassers, und das Sechsfache von dem der Thonerde ist.

Wir haben mithin hier ein neues Beispiel eines Eisensilikates, wie wir deren im Cronstedtit, Hisingerit und Sideroschisolith bereits kennen, deren Zusammensetzung

aber sämmtlich von der oben gefundenen abweicht, wie eine Zusammenstellung der Analysen jener Fossilien zeigt. Es enthält nämlich:

	Der Cronstedtit von Przibram, nach Steinmann:		Der Sideroschisolith aus Brasilien, nach Wernekinck:	Der Hisingerit von d. Gillinge-Grube, nach Hisinger:
Kieselsäure	22,452		16,3	36,30
Eisenoxyd	58,853	Oxyd-Oxydul	75,5	44,39
Thonerde	—		4,1	—
Talkerde	5,078		—	—
Manganoxyd	2,885		—	—
Wasser	10,700		7,3	20,70
	99,968		103,2	101,39.

II. Neutrale schwefelsaure Thonerde.

Das Vorkommen der neutralen schwefelsauren Thonerde mit einem Wassergehalt von 18 At., wie bei dem künstlichen Salze, ist schon von mehreren Orten bekannt. Boussingault [1]) fand sie im Thonschiefer der Cordillerenkette, bei Saldana in Columbien, als efflorescirte Massen, und später [2]) auch im Krater des Vulkans von Pasto, begleitet von Gyps, in dem von schwefligen Dämpfen zerfressenen Trachyt, und in ihrer äufseren Beschaffenheit der ersteren sehr ähnlich. Ferner hat Hartwall [3]) gezeigt, dafs dieselbe Verbindung zu Pyromeni auf der vulkanischen Insel Milo vorkommt, und endlich fand sie Prof. H. Rose [4]) neben neutralem und basischem schwefelsaurem Eisenoxyd in einem Salzgemenge, welches in einem feldspathartigen Gestein in der Provinz Coquimbo in Chile Lager bildet. Auch auf Gua-

1) *Ann. Chim. Phys. XXX, p.* 109.

2) *Ibid. LII p.* 348; und diese Annal. Bd. XXXI S. 146.

3) Berzelius Jahresbericht, No. X S. 178.

4) Diese Annalen, Bd. XXVII S. 317.

deloupe soll sie vorkommen, und Al. v. Humboldt hat sie auf der Halbinsel Araya bei Cumana gefunden.

Diesen Fundorten kann ich jetzt noch einen anderen in unserer Nähe anreihen, in sofern ich dieses Salz nebst dem folgenden von Kolosoruk, bei Bilin, erhalten habe. Es kommt daselbst in dem Braunkohlenlager vor; die Art seines Vorkommens ist mir indeſs nicht genauer bekannt. Es erscheint theils in porösen krystallinisch-körnigen, theils in parallelfaserigen Massen von Seidenglanz, ist sehr weich, von rein weiſser Farbe, an der Oberfläche aber mit einem gelben oder rothen Beschlag von Eisenoxyd überzogen. Vor dem Löthrohr im Kolben bläht es sich auf, giebt viel saures Wasser; der Rückstand ist unschmelzbar, wird durch Kobaltsolution rein blau gefärbt. Mit Kohlenpulver im Kolben erhitzt, liefert es viel schweflige Säure. In Wasser löst es sich, mit Hinterlassung des Ueberzugs von Eisenoxyd, ziemlich leicht auf; die *kalt gesättigte* Auflösung erzeugt mit einer eben solchen von schwefelsaurem Kali sehr bald einen Niederschlag von Alaun. Mit Kalilösung erhitzt, läſst es kein Ammoniak wahrnehmen.

I. 2,892 hinterlieſsen beim Auflösen 0,125. Die Auflösung, mit Chlorwasserstoffsäure und Chlorbaryum vermischt, gab 2,81 schwefelsaure Baryterde, entsprechend 0,9658 Schwefelsäure, und nach Entfernung des Barytüberschusses mittelst Schwefelsäure, durch Ammoniak einen Niederschlag von Thonerde, der geglüht 0,447 betrug, und nur eine Spur Eisenoxyd enthielt. Die zur Trockne verdampfte Flüssigkeit gab einen unbedeutenden Glührückstand, der aus etwas Kieselsäure, Kalkerde und einer Spur von Kali bestand.

II. Bei einer Wiederholung mit 2,232 Grm. der Substanz blieben 0,3 ungelöst, während 1,962 schwefelsaure Baryterde =0,6743 Schwefelsäure, und 0,301 Thonerde erhalten wurden.

III. In einem dritten Versuch wurden 1,01 aufge-

löst, und, nach Abscheidung von 0,13 unlsölichen Rückstandes, nur die Schwefelsäure möglichst genau bestimmt; die erhaltenen 0,917 schwefelsaure Baryterde entsprechen 0,31519 Schwefelsäure.

1,218 Grm. wurden gepulvert, mit mehr als dem Sechsfachen an frisch geglühtem Bleioxyd gemengt und stark erhitzt. Sie verloren 0,56 oder 45,97 Proc.

Die Resultate dieser Analysen sind also:

	I.	II.	III.
Thonerde	16,15	15,57	—
Schwefelsäure	34,90	34,90	35,82
Wasser nebst Spuren von Kalkerde, Kieselsäure und Kali	48,95	49,53	—
	100.	100.	

Diefs stimmt ziemlich nahe mit der Formel:

$$\dddot{Al}\,\dot{\dddot{S}}^3 + 18\dot{H},$$

welche erfordert:

Thonerde	15,40
Schwefelsäure	36,05
Wasser	48,55
	100.

III. Schwefelsaures Eisenoxyd.

Der Fundort der eben erwähnten schwefelsauren Thonerde, das Braunkohlenlager von Kolosoruk, ist zugleich der eines neuen Eisenoxydsalzes, welches meines Wissens bisher nirgends weiter vorgekommen ist. Es erscheint diefs Fossil theils als dünner Ueberzug einer porösen Braunkohle, theils in gröfseren, plattenförmigen, homogenen, derben Massen, von ockergelber Farbe, im Bruch flachmuschelig bis eben, selbst erdig; die Härte variirt sehr; im frischesten Zustande scheint sie etwa

Kalkspathhärte zu seyn; das spec. Gewicht fand ich bei +15° C. =2,78 bis 2,90.

In einer offenen Glasröhre erhitzt, giebt das Mineral viel Wasser, bei stärkerer Hitze viel schweflige Säure, während der Rückstand braunroth erscheint. Zu den Flüssen verhält es sich wie Eisenoxyd.

Kochendes Wasser zieht nichts Wahrnehmbares aus. Von concentrirter Chlorwasserstoffsäure wird es nur in geringer Menge, leichter dagegen von Königswasser aufgelöst. Diese Auflösung enthält viel Schwefelsäure und Eisenoxyd, jedoch weder Thonerde noch Phosphorsäure. Nach der Abscheidung des Eisenoxyds durch Ammoniak giebt die Flüssigkeit, zur Trockne verdampft, nachdem der Rückstand schwach geglüht worden, einen Gehalt von Kali und einer geringen Menge Kalkerde zu erkennen. — Durch Kalilauge, welche etwas Ammoniak im Fossil wahrnehmen läfst, wird dasselbe leicht zerlegt; schwieriger durch Aetzammoniak; die Auflösung giebt im letzteren Fall, nach dem Abdampfen und Glühen, gleichfalls einen Rückstand von schwefelsaurem Kali.

I. 2,099 Grm. lieferten 0,981 Eisenoxyd; 1,961 schwefelsaure Baryterde =0,674 Schwefelsäure; ferner 0,306 schwefelsaures Kali =0,1654 Kali, und 0,0135 schwefelsaure Kalkerde =0,0056 Kalkerde. 2,138 Grm. gepulvert und mit 8 Grm. frisch geglühtem Bleioxyd stark erhitzt, verloren 0,29 an Wasser.

II. 1,823 Grm. gaben 0,87 Eisenoxyd: und 1,585 schwefelsaure Baryterde =0,5447 Schwefelsäure. Der Gehalt an Alkali wurde in dieser und den folgenden Analysen nicht bestimmt.

1,16, wie vorher behandelt, verloren 0,15 an Wasser.

III. 1,912 gaben 1,79 schwefelsaure Baryterde =0,6152 Schwefelsäure, und 0,897 Eisenoxyd.

1,117 verloren, bei vorsichtigem Erhitzen, für sich 0,145.

IV. 1,463 lieferten 0,715 Eisenoxyd, und 1,397 schwefelsaure Baryterde =0,480 Schwefelsäure.

Diesen Versuchen zufolge enthalten 100 Th. des Minerals:

	I.	II.	III.	IV.
Eisenoxyd	46,736	47,723	46,914	48,872
Schwefelsäure	32,111	29,883	32,178	32,820
Kali	7,882			
Kalkerde	0,643			
Wasser und ein wenig Ammoniak	13,564	13,800	12,981	
	100,936.			

Der Alkaligehalt zeichnet diese Substanz sehr aus. Ein recht einfaches stöchiometrisches Verhältnifs scheinen indefs die angeführten Zahlenwerthe nicht zuzulassen. Betrachtet man das Fossil (wofern man es nicht für ein Gemenge halten will, was aber durch seine äufsere Beschaffenheit und die Gleichförmigkeit in seiner Mischung wenig wahrscheinlich ist) als eine Verbindung von 4 At. Eisenoxyd, 5 At. Schwefelsäure, 1 At. Kali und 9 At. Wasser; und denkt man sich 2 At. zweidrittel schwefelsaures Eisenoxyd, 1 At. schwefelsaures Kali und 6 At. Wasser mit 1 At. gewöhnlichen Eisenoxydhydrats ($\dddot{F}e^2\dot{H}^3$) verbunden, so giebt die Rechnung für diesen Fall:

Eisenoxyd	48,788
Schwefelsäure	31,238
Kali	7,354
Wasser	12,620
	100.

Schliefslich möchte ich noch erwähnen, dafs dieses Fossil (welches ich auch in einer Sammlung als *Eisenresin* bezeichnet fand) wahrscheinlich dasselbe ist, was Breithaupt [1]) *Gelbeisenerz* genannt hat, welches zu

1) Charakteristik des Mineralreichs, S. 238.

Kolosoruk den Humboldtit begleitet, ihm im Aeufsern sehr ähnlich, und, nach einigen Versuchen Stromeyer's, ein wasserhaltiges basisch schwefelsaures Eisenoxyd seyn soll.

XIII. *Ueber zwei krystallisirte Verbindungen des kieselsauren Natrons mit Wasser;* *von J. Fritzsche.*

(Theilweise bereits 1835 in der Versammlung der Naturforscher zu Bonn vorgetragen, und mitgetheilt vom Verfasser aus den Berichten der Petersburger Academie.)

Löst man in einer Aetznatronflüssigkeit eben so viel Kieselerde auf, als sie wasserfreies Natron enthält, so erhält man eine Flüssigkeit, welche sich fast gänzlich in Krystalle umwandeln läfst. War sie concentrirt, so gesteht sie nach einigen Tagen gänzlich zu einer krystallinischen Masse, während sie in etwas verdünnterem Zustande entweder halbkugelförmige, strahlig krystallinische Massen oder auch Rinden von mehr oder weniger deutlich erkennbaren Krystallen absetzt. Bei der Bereitung der Verbindung im Grofsen gelang es mir, vollkommen ausgebildete Krystalle von der Gröfse einer Erbse mit hinlänglich glatten Flächen zu erhalten, und diese benutzte ich sowohl zur Analyse, als auch zur Bestimmung der Krystallform.

Die Analyse stellte ich auf die gewöhnliche Weise durch Zersetzung mittelst Salzsäure und Bestimmung der erhaltenen Kieselerde und des Chlornatriums an.

0,668 Grm. der zerriebenen und zwischen Löschpapier von aller Feuchtigkeit möglichst befreiten Krystalle gaben 0,144 Kieselerde und 0,275 Chlornatrium, welche 0,146 Natron entsprechen. Der Wassergehalt, aus dem Verluste berechnet, beträgt demnach auf 0,668 Salz 0,378

oder 56,59 Proc.; durch Glühen ganzer Krystalle, welche noch etwas Flüssigkeit eingeschlossen enthielten, erhielt ich auf 0,912 einen Verlust von 0,522, was 57,23 Proc. Wasser entspricht. Die gefundene Zusammensetzung entspricht fast ganz genau der Formel:

$$\dot{Na}^3 \ddot{Si}^2 + 27\dot{H}$$

und ist demnach als die richtige zu betrachten.

	Gefunden.	Berechnet.	
$\dot{Na}$	21,86	21,86	
$\ddot{Si}$	21,55	21,52	$= \dot{Na}^3 \ddot{Si}^2 + 27\dot{H}$
$\dot{H}$	56,59	56,62	
	100,00	100,00.	

Setzt man dieses Salz der atmosphärischen Luft aus, so verändert es sich nur durch Anziehen von Kohlensäure, *zerfliefst aber nicht*. Unter einer Glocke mit Schwefelsäure verwittert es mit Beibehaltung der Form bald auf der Oberfläche, und nach langem Liegen auch bis in die Mitte der Krystalle. Bis zu einer Temperatur von +40° erhitzt, schmilzt es, und bildet eine syrupsdicke Flüssigkeit, welche beim Erkalten nicht sogleich wieder fest wird, sondern Tage lang ihre flüssige Form beibehält.

Zur Bestimmung der Krystallform dieses Salzes nahm ich mit Vergnügen das Anerbieten des Hrn. von Nordenskiöld an, dieselbe zu übernehmen, und seine, mir zum Behufe der Publication gütigst gemachten Mittheilungen sind es, welche hier folgen.

Die Form des Salzes gehört dem prismatischen Systeme an. Taf. I Fig. 2 stellt einen Krystall mit gleichmäfsig entwickelten Flächen in verticaler und Fig. 1 in horizontaler Projection dar; Fig. 3 zeigt die horizontale Projection eines Krystalles mit ungleichmäfsig entwickelten Flächen *p*, an welchem aufserdem noch zwei Flächen *s* gänzlich fehlen, und Fig. 4 die verticale Zeich-

nung eines Krystalles, welcher durch die sehr grofse Ausdehnung der Flächen m eine platte, tafelförmige Form bekommen hat, und woran sich noch eine neue Fläche r findet.

Die Neigungen der Flächen ergeben sich:

$m : n = 90^\circ$

$p' : p'' = 146\ 15'$

$p'' : p''' = 130\ 10$

$p' : p''' = 118\ \ 4$ nach einer Reihe von Messungen,

aber $= 117\ 36$ nach einer anderen Reihe.

Setzt man nach diesen Messungen:

$$p' : p'' = x = 146^\circ\ 15'$$

$$p'' : p''' = y = 130\ 10$$

so ist: $z = 61\ 32.$

Darnach wäre $p' : p''' = 118^\circ\ 28'$, und diefs differirt von der ersten Reihe Messungen um 24', von der zweiten dagegen um 52'.

Wenn die Flächen p die Grundform des Krystalles sind, so betragen ihre Winkel:

$$146^\circ\ 15'\ ;\ 130^\circ\ 10'\ ;\ 61^\circ\ 32';$$

und die Axen $a : b : c = 1 : 2{,}960 : 2{,}039$ (wenn man mit a die senkrechten und mit b, c die horizontalen Axen bezeichnet). Bemerkenswerth ist es, dafs sich die Axen ganz nahe wie 1 : 2 : 3 verhalten.

Die übrigen Flächen sind demnach folgendermafsen zu bezeichnen:

$$m = (\infty a : \infty b : c)$$

$$n = (\infty a : b : \infty c)$$

$$r = (a : \tfrac{1}{2}b : \infty c)$$

$$s = (a : \tfrac{1}{4}b : \tfrac{1}{2}c).$$

Unter Umständen, welche ich noch nicht genau ermittelt habe, bildet sich noch eine andere Verbindung des zweidrittel-kieselsauren Natrons mit Wasser; ich erhielt sie bei der Darstellung des obigen Salzes im Grofsen einmal als kugelige Massen, welche auf ihrer ganzen Oberfläche mit Krystallen bedeckt waren. Die Form

dieser deutlich erkennbaren Krystalle, welche jedoch zu Messungen nicht tauglich waren, gehört dem Systeme des Axinit an; die Eigenschaften des Salzes habe ich wegen der geringen Menge reiner Krystalle, welche mir zu Gebote standen, noch nicht hinreichend genau ermitteln können. Bei der Analyse erhielt ich dasselbe Verhältnifs zwischen Natron und Kieselerde, wie bei obigem Salze, aber nur einen Wassergehalt von 47,0 Proc.

0,500 Grm. gaben nämlich 0,131 Kieselerde und 0,253 Chlornatrium; es ergiebt sich demnach für diese zweite Verbindung die Formel:

$$\dot{N}a^3 \ddot{S}i^2 + 18\dot{H}.$$

	Gefunden.	Berechnet.	
$\dot{N}a$	26,80	26,94	
$\ddot{S}i$	26,20	26,53	$= \dot{N}a^3 \ddot{S}i^2 + 18\dot{H}$
$\dot{H}$	47,00	46,53	
	100,00	100,00.	

XIV. *Zersetzung der Chlorüre der alkalischen Erdmetalle durch Glühen an der Luft*; *von* Eduard Kraus,

Assistenten am chemischen Laboratorium in Zürich.

Wenn man neutrales, im Wasserbade abgedampftes Chlorcalcium zur Entfernung von aller Feuchtigkeit glühend schmilzt, so erhält man eine Masse, deren Auflösung alkalisch reagirt. Als ich diefs zuerst bemerkte, schrieb ich das Alkalischwerden meines Chlorcalciums einem Bittererdegehalte zu, und bereitete mir deshalb eine salzsaure Lösung aus ganz reinem kohlensauren Kalke. Ich dampfte sie zur Trockne ab, und überzeugte mich, dafs diefs trockne Salz vollkommen neutral

war. Als ich dasselbe aber im Platintiegel geschmolzen, gab es gleichfalls eine alkalische Lösung, und ich mufste die Ueberzeugung gewinnen, dafs diese Zersetzung von keiner Verunreinigung herrühren könne. Ich wiederholte den Versuch mehrmals in Platin- und in hessischen Tiegeln, aber stets mit demselben Resultate; es war mir unmöglich ein geschmolzenes Chlorcalcium zu erhalten, das das geröthete Lackmuspapier nicht bläute [1]).

Es wurden nun folgende Versuche gemacht: 1) um zu sehen, ob auch die übrigen Chlorüre der alkalischen Erden und Alkalien beim Schmelzen diese Veränderung durch das atmosphärische Wasser erlitten, und 2) wie weit diese Zersetzung durch eine feuchtere Atmosphäre getrieben werden könne. Folgendes sind die Resultate:

1) Chlorcalcium in einem Platintiegel eine Viertelstunde in einer Temperatur erhalten, bei welcher es so eben anfängt sich in weifsen Nebeln zu verflüchtigen, giebt eine Masse, die sich nicht mehr ganz klar, und zu einer stark alkalischen Flüssigkeit löst. Befeuchtet man diese Masse mit etwas Wasser und schmilzt neuerdings, und wiederholt diefs einige Male, so erhält man eine braungraue, stark alkalische Masse, die beim Auflösen einen starken Rückstand läfst. Durch die Wirkung der gebildeten Kalkerde ist der Platintiegel stark angegriffen, und daraus die braungraue Farbe zu erklären. Aber auch ohne Befeuchtung der geschmolzenen Masse kann durch ein halbstündiges Schmelzen so viel Kalkerde erzeugt werden, dafs beim Auflösen in 6 Theilen Wasser ein ziemlich bedeutender Rückstand bleibt.

2) Chlorstrontium verhält sich wie Chlorcalcium. Da es eben so leicht schmilzt, so erleidet es durch eine gleichlange und gleich starke Hitze auch eine gleiche Zersetzung,

1) Diese Erfahrung ist auch neuerdings vom Prof. Liebig gemacht (Ann. der Pharm. Bd. XXIII S. 17), was dem Verfasser wohl bei Niederschreibung dieses Aufsatzes noch nicht bekannt seyn konnte.

P.

obgleich man diese natürlich nicht aus einem schwerlöslichen Rückstande ermessen kann.

3) Chlorbaryum ist viel strengflüssiger als die beiden vorhergehenden; es schmilzt noch lange nicht bei einer Temperatur, bei der dieselben schon sehr stark rauchen. So lange es in einem Tiegel nur geglüht, nicht geschmolzen wurde, löste es sich zur neutralen Flüssigkeit, war es aber geschmolzen, so reagirte seine Lösung auch alkalisch.

Da es so schwer schmelzbar ist, so eignete es sich am besten dazu, um an ihm den Einfluſs von einer feuchteren Atmosphäre in einer Glasröhre zu beobachten. Da es bei einer Hitze, die Glas ertragen kann, weder schmilzt noch zersetzt wird, so leitete ich über dieſs Chlorür einen schwachen Strom von Wassergas, während es in einer Glasröre glühte. Es zeigte sich, daſs so auch bei dieser Temperatur das Chlorbaryum alkalisch wurde, und in dem darübergestrichenen Wasser fand sich Salzsäure.

4) Chlorkalium und Chlornatrium konnten nicht zersetzt werden.

Diese Beobachtungen haben zunächst ein practisches Interesse in Bezug auf die fast allgemeine Anwendung des geschmolzenen Chlorcalciums bei der organischen Analyse. Es ist vorauszusehen, daſs ein basisches Chlorcalcium aus einem feuchten kohlensauren Gase nicht blos das Wasser, sondern, je nachdem es länger oder stärker geschmolzen worden, auch eine veränderliche Menge von der Kohlensäure absorbiren werde, und die Resultate einiger organischen Analysen, die ich vergleichungsweise mit geschmolzenem und blos getrocknetem Chlorcalcium anstellte, scheinen diese Voraussetzung zu bestätigen. Bei Anwendung von geschmolzenem Chlorcalcium wurde stets eine gröſsere Gewichtszunahme bemerkt, als bei blos eingetrocknetem, so daſs ich mich überzeugt halte, es veranlasse die Anwendung von geschmolzenem

Salze ein unrichtiges Resultat; indefs glaube ich ein endliches Urtheil darüber um so mehr der Prüfung anderer Analytiker überlassen zu müssen, als bei dem seitherigen allgemeinen Gebrauche des geschmolzenen Salzes zu den organischen Analysen diese Beobachtung von selbst zu einer genauen Prüfung auffordert.

XV. *Ueber den Scheererit von Utznach; von Demselben.*

Der Scheererit (der nach seinem Entdecker, dem um den Braunkohlenbau von Utznach, im Kanton St. Gallen, sehr verdienten Könlein, Könleinit genannt werden sollte) findet sich in dem dortigen tertiären Braunkohlenlager, und zwar ausschliefslich in den Kieferstämmen, die äufserst zahlreich und fast unverändert darin vorkommen [1]). Besonders sind es die dicksten Stammtheile, namentlich der Theil an der Wurzel, und diejenigen maserigen Stücke, die auch bei den jetzigen Nadelhölzern die harzreichsten sind (weshalb sich der Gedanke aufdrängt, der Scheererit sey aus dem Harze entstanden), die in kleinen Spalten des Holzes, oder zwischen ihm und der Rinde, den Scheererit als einen spärlichen, weifsen oder grauen krystallinischen Anflug enthalten. Deutliche Krystalle von dieser im Ganzen ziemlich seltenen Substanz sind noch nie gefunden worden; gewöhnlich stellt sie eine weifse, blättrige Masse, oder einzelne stark fettglänzende Blättchen dar, die einen weifsen Strich geben, und spröde und deshalb leicht pulverisirbar sind. Sie schmelzen bei 114° C., und stofsen dabei weifse Nebel aus, die sich an kälteren Stellen zu einem wolligen Sublimat verdichten; am leichtesten bildet sich dieses Sublimat im Wasserbade, wo sie jedoch nicht schmel-

1) Annalen, Bd. XII S. 336. *P.*

zen. Bleibt Holz, an dem Scheererit sitzt, längere Zeit an der Luft liegen, so verschwindet das Fossil fast gänzlich.

Erhitzt man die geschmolzenen Krystalle weiter, so entwickelt die ölige Flüssigkeit bei 160° C. häufige kleine Bläschen, und kommt dann bei etwa 200° C. in wirkliches Sieden. Dabei bräunt sie sich aber zusehends; es destillirt anfangs eine farblose Flüssigkeit, die aber schon eine veränderte Substanz ist, später wird auch das Destillat braun, und endlich schwarz und theerartig riechend, und als Rückstand bleibt Kohle. Die Krystalle sind im Wasser unlöslich, leichtlöslich in Aether und Oelen, etwas schwerer in Weingeist. Sättigt man letzteren in der Siedhitze, so verliert die farblose Lösung fast ihren ganzen Gehalt beim Erkalten als dünne fettglänzende Blätter. Kali löst ihn nicht, Vitriolöl nur beim Erwärmen und unter Zersetzung und Schwärzung, Salpetersäure dagegen scheint ihn unverändert aufzulösen, und er wird daraus durch Wasser als weifse krystallinische Masse gefällt. Uebrigens ist er geruch- und geschmacklos, selbst die Dämpfe, die er bei 114° ausstöfst, riechen nicht, wird er aber bis zum Sieden erhitzt, oder entzündet man ihn, wo er mit rufsender Flamme ohne Rückstand verbrennt, so entwickelt er einen eigenen unangenehm brenzlichen Geruch.

Die erste Analyse dieses Fossils machte Macaire Prinsep im Jahre 1829. Diese nebst einer weiteren Beschreibung findet sich im 40. Bande der *Bibliothèque universelle de Genève* [1]). Wahrscheinlich rührt die Verschiedenheit, die sich zwischen den Angaben dieses Chemikers und den meinigen findet, von der geringen Menge dieses spärlich vorhandenen Stoffes her, die Macaire Prinsep zu Gebote stand; namentlich ist wohl die Verschiedenheit des Resultates unserer Analysen hauptsächlich daher entstanden, dafs Macaire genöthigt gewesen, den Scheererit gerade so, wie er sich natürlich auf dem

1) Annalen, Bd. XV S. 294. *P.*

Holze vorfindet, abzuschaben und zur Analyse zu verwenden, was bei der Dünne des Ueberzugs unmöglich ohne Verunreinigung geschehen konnte. Er fand, wahrscheinlich in 100 Theilen:

73 Kohlenstoff
24 Wasserstoff

welcher Zusammensetzung die Formel CH_4 entspricht.

Mich begünstigte die Nähe des Fundortes dadurch, dafs ich im Stande war, mir eine ziemlich bedeutende Menge scheereritbaltigen Holzes zu verschaffen. Um daraus den Scheererit möglichst vollständig zu erhalten, digerirte ich das zerkleinerte Holz längere Zeit mit Weingeist von 90 Proc. und destillirte die erhaltenen Auszüge bis zu $\frac{1}{3}$ ab, worauf aus der filtrirten braunen Tinktur beim Erkalten der Scheererit krystallisirte. Die Krystalle wurden durch Waschen mit kaltem Weingeist, Auspressen und wiederholtes Umkrystallisiren gereinigt, wo sie dann grofse, aber sehr dünne Blättchen von starkem Glanze und mit allen Eigenschaften des fossilen Stoffes darstellten. Es war unmöglich, selbst bei Anwendung gröfserer Mengen deutliche, bestimmtere Krystalle zu erhalten, so grofs die Neigung des Stoffes zu krystallisiren auch ist; immer bleiben es dünne Blätter. Sie wurden zur Analyse geschmolzen, was bei 114° C. ohne Wasserentwicklung geschah, beim Erkalten gestanden sie zu einer weifsen; geruch- und geschmacklosen, sehr spröden krystallinischen Masse.

0,500 dieser geschmolzenen Krystalle gaben:

beim 1. Vers.	0,333 Wasser	=0,0370 Wasserstoff
	1,665 Kohlensäure	=0,4604 Kohlenstoff
		=0,0026 Verlust
beim 2. Vers.	0,335 Wasser	=0,0372 Wasserstoff
	1,680 Kohlensäure	=0,4645 Kohlenstoff
		=0,0017 Ueberschufs

Das Mittel aus beiden Analysen giebt in 100 Theilen:

7,420	Wasserstoff
92,490	Kohlenstoff
99,910	

welcher Zusammensetzung die Formel CH entspricht, wie folgende Zusammenstellung zeigt:

Gefunden.		Berechnet nach der Formel CH.	
H	7,420	H	7,55
C	92,490	C	92,45.

Der Scheererit ist demnach ein Kohlenwasserstoff, dessen Elemente in demselben quantitativen Verhältnisse zu einander stehen, wie im Benzin. Leider erlaubt sowohl die Indifferenz dieses Körpers, als auch seine Unfähigkeit, sich unverändert destilliren zu lassen, vorläufig nicht, sein Atomgewicht auszumitteln.

Bei meinen ersten Versuchen mit diesem Körper glaubte ich, gestützt auf die Angaben Macaire's, dafs er sich unverändert destilliren lasse, ihn durch Destillation reinigen zu können. Ich erhielt auch durch mehrmaliges Destilliren, neben einem bedeutenden kohligen Rückstande, ein farbloses Destillat, das aber schon durch seine physischen Eigenschaften sich als ein veränderter Körper zu erkennen gab. Es schmolz schon in der Wärme der Hand, und gestand dann selbst nach mehren Tagen nicht, wenn es ruhig stehen gelassen wurde. Schüttelte man es aber, so bildeten sich zusehends blättrige Krystalle, die aber selbst nach Wochen noch von einer öligen Flüssigkeit umflossen waren. Dabei hatte dieser Körper einen unangenehmen theerartigen Geruch, verhielt sich aber zu den Lösungsmitteln wie Scheererit. Je öfter er destillirt worden war, desto länger blieb er flüssig, und desto weniger Krystalle gab er beim Schütteln. Eben so gab die heifse weingeistige Lösung eines fast flüssig bleibenden, sehr oft destillirten beim Erkalten

ten keine Scheereritkrystalle mehr, während nur zwei bis drei Mal destillirter noch ziemlich viel unveränderten zu erkennen gab.

Ich analysirte einen so destillirten, dafs er, in Weingeist gelöst, keinen unveränderten Scheererit mehr absetzte, und zwar den flüssigen und festwerdenden Theil besonders, und fand für beide ganz dieselbe Zusammensetzung. Man kann diesen Stoff Pyro-Scheererit nennen. Folgendes sind die Ergebnisse einiger Analysen:

0,500 krystallisirendes Destillat		0,500 flüssig bleib. Destill.
Kohlens.	1,575 = 0,4355 C. gab.:	1. Vers. $\ddot{C}$ 1,580 = 0,438 C.
Wasser	0,498 = 0,0553 H.	$\dot{H}$ 0,511 = 0,057 H.
		2. Vers. $\ddot{C}$ 1,580 = 0,438 C.
		$\dot{H}$ 0,495 = 0,055 H

Das Mittel aus diesen drei Versuchen, die unter sich nicht bedeutend genug abweichen, um auf eine verschiedene Zusammensetzung der beiden Substanzen schliefsen zu lassen, giebt in 100 Theilen:

87,446 Kohlenstoff
11,160 Wasserstoff
98,606

und entspricht nach folgender Vergleichung der berechneten und gefundenen Resultate der Formel $C_2 H_3$:

Gefunden.			Berechnet.
87,446	Kohlenstoff	= 2 C	89,09 Kohlenstoff
11,160	Wasserstoff	= 3 H	10,90 Wasserstoff
98,606.			99,99.

Der Vergleichung wegen erlaube ich mir schliefslich noch auf den Ozokerit aufmerksam zu machen, der hinsichtlich seines Vorkommens, so wie seines chemischen und physikalichen Verhaltens, grofse Aehnlichkeit mit dem Scheererit hat, aber bestimmt davon verschieden ist.

Er hat, nach Schrötter, in Baumgartner's Zeitschrift, Bd. IV Heft 2, folgende Zusammensetzung:

86,204 Kohlenstoff
13,787 Wasserstoff

welches der Formel CH_2 entspricht. Er findet sich in der Moldau, bei Slamick, und in Oestreich unter Sandstein in der Nähe von Steinkohlen in ziemlich mächtigen braunen, im durchfallenden Lichte braun, im reflectirten dunkellauchgrün durchscheinenden, fettglänzenden Massen, von Wachsconsistenz und naphthaähnlichem Geruche. Er siedet bei 210° C., und destillirt, wie der Scheererit, unter Zersetzung und Abscheidung von Kohle zu einem anfangs lichtgelben, später braunen, theerartig riechenden Oele. Aufser im Weingeist, in dem er sehr wenig löslich ist, löst er sich in denselben Flüssigkeiten wie der Scheererit; alle diese Lösungen sind aber im durchfallenden Lichte rothbraun, im reflectirten lauchgrün.

Nachschrift.

Allem Vermuthen nach ist die im Aeufsern dem Paraffin ähnliche Substanz, welche Hr. Fikentscher zu Redwitz (Franken) in Rissen und Spalten eines Föhrenholzes, das aus einem augenscheinlich aus Ueberresten von Haseln-, Birken-, Erlen- und Fichtenholz gebildeten Torf herstammte, gefunden hat, und welche ich selbst im verwichenen Herbst bei diesem kenntnifsreichen Chemiker zu sehen Gelegenheit hatte, identisch mit dem Scheererit von Utznach. Nach einer Untersuchung vom verstorbenen Trommsdorff hat diese Substanz ein spec. Gewicht von 0,88, und unterscheidet sich in ihrem physikalischen und chemischen Verhalten nur durch den Schmelzpunkt, der bei 86° R. liegt, vom Paraffin, das schon bei 53° R. schmilzt. In der Zusammensetzung weicht sie aber deutlich von diesem ab, denn eine Analyse, unternommen nach Liebig's Methode vom

jüngeren Trommsdorff, gab 92,429 Kohle und 7,571 Wasserstoff, entsprechend der Formel CH, und übereinstimmend mit dem Resultat des Hrn. Kraus. (Ann. d. Pharm. Bd. XXI S. 128.)

Was den Ozokerit (das fossile Wachs aus der Moldau) betrifft, so ist dasselbe, nach Magnus (*Ann. de chim. et de phys. T. LV p.* 218), ein inniges Gemenge von zwei mechanisch nicht zu trennenden Substanzen, von denen die eine in Alkohol löslich ist, die andere aber nicht. Diefs Gemenge schmilzt bei 82° C., und besteht, nach M., aus 85,75 Kohlenstoff und 15,15 Wasserstoff. — Neuerdings hat Hr. Malaguti (*Compt. rend. T. IV p.* 410) den Ozokerit durch wiederholte Behandlung mit Alkohol in zwei Substanzen zerlegt, eine, die bei 90° C. schmilzt und das spec. Gewicht =0,957 (bei 17°,5 C.), und eine andere, deren Schmelzpunkt etwa 75° C. und spec. Gewicht =0,852 (bei 20° C.) ist. Die erstere bestand aus 85,87 Kohlenstoff und 14,13 Wasserstoff. Bei trockner Destillation gab der Ozokerit 74,01 Oel, 12,55 krystallinische Substanz, 10,34 Gase und 3,10 kohligen Rückstand. Die krystallinische Substanz schmolz bei 56 bis 58 C., hatte eine Dichtigkeit =0,904 (bei 17° C.), und besafs sonst meistens die Eigenschaften des Paraffins, weshalb Hr. M. es *Paraffine* nennt. Im Mittel zweier Analysen bestand es aus 85,9 Kohlenstoff und 14,1 Wasserstoff. — Aehnliche Producte bekam Hr. Laurent bei trockner Destillation des bituminösen Schiefers von Autun. Die aus dem erhaltenen Oel, durch Erkaltung bis —10° C. abgeschiedene krystallinische Substanz, schmolz bei 33° C., war sehr löslich in Aether, unlöslich in kaltem Alkohol, unangreifbar durch Mineralsäuren, überhaupt in den Eigenschaften ganz den dem Paraffin analog, und bestand aus 85,745 Kohlenstoff und 14,200 Wasserstoff. (*Annal. de chim. et de phys. T. LIV p.* 392.) P.

XVI. *Der Edwardsit, ein neues Mineral; vom Prof. Shepherd in Süd-Carolina.*

Der Edwardsit findet sich in Connecticut, in der Grafschaft Norwich, an den Fällen des Yantic, in Gneis, eingewachsen in Bucholzit, der hier kleine Lager zu bilden scheint, in welchem auch rother Feldspath, schwarzer Glimmer und, selten, kleine Krystalle von blauem Korund vorkommen. Hinsichtlich der Gröfse seiner Fasern steht dieser Bucholzit in der Mitte zwischen dem von Chester in Connecticut (sog. Sillimanit) und dem von Chester bei Philadelphia (sog. Fibrolit). Die Krystalle des neuen Minerals (das seinen Namen zu Ehren des Gouverneurs von Connecticut, Hrn. Edwards, erhalten hat) sind selten länger als ein Drittelzoll und dicker als ein Sechstelzoll; sie gleichen, bis zum Verwechseln, dem Zirkon. Ihre Gestalt ist die eines schiefen geschobenen Prisma's von etwa 95° mit Abstumpfungen der scharfen Seitenkanten (137° 30′), und, bei sehr kleinen Krystallen, mit vierseitiger, auf die Kanten gesetzter Zuspitzung. Spaltbarkeit parallel den Grundflächen zuweilen deutlich, gewöhnlich aber uneben, parallel der längeren Diagonale aber sehr vollkommen. Die allgemeine Oberfläche nicht sehr glatt. Glas- bis Demantglanz. Farbe hyazinthroth. Strich weifs. Durchsichtig bis durchscheinend. Härte =4,5. Spec. Gewicht =4,2 bis 4,6. — Vor dem Löthrohre verliert es seine rothe Farbe, wird perlgrau, mit einem Stich in's Gelbe, und schmilzt sehr leicht an den Kanten zu einem durchsichtigen Glase. In Borax löst es sich allmälig und bildet eine Kugel, die, warm, hell gelblichgrün, erkaltet aber farblos ist. Auf Platinblech, mit Schwefelsäure benetzt, färbt es die Flamme grün. Selbst gepülvert greift Königswasser es wenig an. Nach der Analyse des Prof. S. besteht es aus: Ceroxydul 56,53, Phosphorsäure 26,66, Zirkonerde 7,77, Thonerde 4,44, Kieselerde 3,33, Eisenoxydul, Beryllerde, Spuren von Magnesia (mit Einschlufs des Verlustes) 1,27. (*Phil. Mag. Ser. III Vol. XI p.* 402.)

XVII. *Ueber das Vorkommen des Gieseckits und über die Identität desselben mit dem Eläolith und Nephelin; von Dr. Tamnau in Berlin.*

Bei meiner letzten Anwesenheit in Copenhagen hatte ich Gelegenheit, die schönen und interessanten oryktognostischen und geognostischen Reihen grönländischer Mineralien durchzusehen, die in früherer Zeit durch Giesecke, in den letzten Jahren aber durch den Hrn. Dr. Pingel dorthin gekommen waren. — Eine ungemein vollständige Folgereihe von Gieseckit, zum Theil in einem viel frischeren Zustande, als man ihn gewöhnlich in den deutschen Sammlungen findet, hat mich zu der Ueberzeugung gebracht, dafs der Gieseckit dem Nephelin zugehört und mit demselben identisch ist, und die Untersuchungen, die ich Gelegenheit hatte damit vorzunehmen, haben diese Ueberzeugung bestätigt. Im frischen Zustande gleicht der Gieseckit vollkommen dem grünen Eläolith von Laurwig in Norwegen, und in seinen verschiedenen Abänderungen bildet er ein interessantes und merkwürdig verbindendes Mittelglied zwischen dem bekannten Nephelin vom Katzenbuckel im Odenwalde und den Eläolithen des südlichen Norwegens.

Der Gieseckit ist nicht selten in den verschiedenen Mineraliensammlungen. Ich übergehe daher seine Beschreibung, und will hier nur bemerken, dafs ich an einem isolirten Krystall in der Königlichen Sammlung in Copenhagen, aufser den gewöhnlichen Flächen eines sechsseitigen Prisma's mit gerade angesetzter Endfläche, noch eine sechsseitige Pyramide, wenn auch nur in schwachen Andeutungen, wahrgenommen habe. Eine Messung war nicht möglich, und ich kann daher nicht sagen, ob diese

Pyramide mit derjenigen identisch ist, die so häufig an dem Nephelin vom Vesuv erscheint.

Der Gieseckit findet sich im Distrikte von Julianenhaab, einer der bedeutendsten dänischen Faktoreien in Grönland. Die grofse Halbinsel, auf der Julianenhaab liegt, wird von zwei Meerbusen gebildet, die sich tief in's Land hinein erstrecken, und von denen der nördliche Tunnulliorbik-Fiord, der südliche aber Igalikko-Fiord heifst. (Man vergleiche die kleine beigefügte Karte auf Taf. II.) Das nordwestliche Ufer des letzteren besteht aus einem dunkelrothen Sandstein, der Anhöhen von 1500 bis 2000 Fufs Höhe bildet, und der sehr häufig von mächtigen Porphyrgängen — theils von Hornstein-, theils von Grünsteinporphyr — durchbrochen wird. Nicht selten gehen diese Porphyrgänge über die höchste Höhe des Sandsteins hinaus, und bilden eine Art Kamm über dem Gipfel derselben. Versteinerungen hat man in dem Sandstein nicht wahrgenommen, wohl aber abgerundete Gerölle von Quarz und Granit, die conglomeratartig in demselben eingemengt sind. Dieser Sandstein dürfte mit dem in Deutschland sogenannten rothen Todtliegenden identisch seyn, und erstreckt sich weit nach Norden und nach Nordosten in's Land hinein, wo man seine Gränze noch nicht erreicht hat. Der ihn durchsetzende Porphyr ist theils von einer braunen Farbe, wenn das Grundgestein Hornstein, theils von einer grünen Farbe, wenn Grünstein die Hauptmasse bildet. In beiden Fällen ist er mit sehr vielen kleinen Feldspathkrystallen gemengt, von denen ich indessen in diesem Augenblick noch nicht zu bestimmen wage, ob er dem eigentlichen Feldspath, oder einer anderen Species dieser grofsen Familie, — vielleicht dem Albit, — zugehört. Allerdings sind mir darin Zwillinge vorgekommen, die nach dem Carlsbader Gesetz mit der Fläche *M* zusammengesetzt waren, und bei einigen Stücken sah man deutlich, dafs der Glanz der beiden Individuen auf der Fläche *P* nicht zusam-

menfiel, dafs man daher nicht mit dem gewöhnlichen Feldspath zu thun habe. An anderen Exemplaren war jedoch jener Unterschied wieder so höchst unbedeutend, dafs ich an der letzten Meinung wieder irre geworden bin. — Fremde Mineralien enthalten diese Porphyre nicht.

Der Igalikko-Fiord theilt sich an seinem Ende in zwei Arme, von denen der nördliche den Namen des ganzen Fiords beibehält, der südliche aber bei den Grönländern zwei Namen führt, nämlich Kaksiarsuk, oder auch Kujardlik. Beide Arme werden durch eine nicht ganz flache Landzunge von einander getrennt, die Akkulliarusik genannt wird, und die aus Sand, mit sehr vielen Geschieben und Geröllen untermischt, besteht. Unter diesen Geschieben zeichnen sich sehr viele Porphyre aus, und hier, ziemlich nahe an der äufsersten Spitze der Landzunge, ist es, wo man den Gieseckit nicht in anstehenden Felsen, sondern in diesen losen Geschieben gefunden hat. In einem dunkelbraunen Grundgestein liegen Gieseckit- und röthliche Feldspath-Krystalle in grofser Menge porphyrartig eingesprengt. Der rothe Feldspath ist mitunter in höchst zierlichen Krystallen ausgebildet, die zwar nur die gewöhnlichen Flächen zeigen, die aber so scharf und schön sind, wie man sie nur von irgend einem anderen Ort sehen kann. Der Gieseckit kommt hier in den bekannten Krystallen vor, die sich leicht aus dem Porphyr herauslösen lassen. — Etwa eine halbe Viertelstunde nordwestlich von der äufsersten Spitze der Landzunge, am Ufer des nördlichen Armes des Igalikko-Fiords, nehmen diese Porphyrgeschiebe eine dunklere, graulichschwarze Farbe an; sie sind fester, weniger leicht zersprengbar, und haben überhaupt ein frischeres, weniger verwittertes Aussehen. Weder die Feldspathe, noch die Gieseckite lassen sich hier zu isolirten Krystallen herausschlagen, letztere zeigen jedoch auf ihren Durchschnitten auf das Allerdeutlichste ihre Krystallform.

Der Gieseckit befindet sich hier in einem ungleich frischeren Zustande, und zeigt die auffallendste Aehnlichkeit mit gewissen Varietäten des norwegischen Eläoliths. Ganz diese ölgrüne, zuweilen in's Röthliche übergehende Farbe, ganz dieser ausgezeichnete Fettglanz. Das Ganze bildet einen der schönsten Porphyre, die mir vorgekommen sind, und dürfte vielleicht von den Geognosten als eine besondere Felsart aufgenommen werden.

Alles dasjenige, was ich hier über die geographischen und geognostischen Verhältnisse des Gieseckits gesagt habe, so wie auch die einzelnen Data, aus denen ich die kleine beiliegende Karte zusammengestellt habe, verdanke ich den gütigen mündlichen Mittheilungen meines hochgeehrten Freundes, des Hrn. Dr. Pingel, der sich längere Zeit in jenen öden Gegenden aufgehalten hat, und der mir erlaubt hat, seine Mittheilungen auf diese Weise zu benutzen.

Betrachten wir nun die chemischen Verhältnisse des Gieseckits zum Eläolith und Nephelin. Wir besitzen folgende Analysen:

Analyse nach:	Kiesel.	Thon.	Natron.	Kali.	Wasser.	Kalk.	Mangan u. Eisenoxyd.	Eisenoxyd.	Talk und Manganoxydul.	Gesammtbetrag.
Nephelin, L. Gmelin	43,36	33,49	13,36	7,13	1,39	0,90	1,50	-	-	101,13
Eläolith, C. G. Gmelin	44,19	34,42	16,88	4,73	-	0,52	u. Talk 1,34	-	-	102,08
Gieseckit, Stromeyer	46,07	33,82	-	6,20	-	-	-	3,35	2,35	91,79

Während der Gehalt an Kiesel und Thonerde vollkommen genau übereinstimmt, scheint der Gieseckit durch den Mangel an Natron abzuweichen. Allein bei den Analysen von Stromeyer sind 8 bis 9 Proc. verloren gegangen, während die beiden andern Zerlegungen 1 bis 2 Procent Ueberschufs zeigen. Es scheint mir nicht ganz unwahrscheinlich, dafs bei der Analyse des Gieseckits

der Natron- und Kaligehalt nicht genau ermittelt wurde. — Ueberdiefs sind nicht die erst neuerdings bekannt gewordenen frischen Varietäten dieses Fossils zerlegt worden, sondern die früher bekannten, etwas verwitterten, und es ist leicht möglich und sogar wahrscheinlich, dafs die Verwitterung auf die Verminderung des Natrongehalts eingewirkt hat.

Das specifische Gewicht ist bei diesen Mineralien vollkommen gleich. Es wird angegeben:

2,76 für den Nephelin, nach L. Gmelin;
2,56 für denselben, nach Mohs;
2,589 für den Eläolith, nach Haidinger;
2,78 für den Gieseckit, nach v. Leonhard.

Was die Härte anbetrifft, so besitzen die frischen Varietäten vollkommen die Härte des Nephelin und des Eläolith, der verwitterte zeigt allerdings einen geringeren Härtegrad, doch ist der Unterschied auch hier nicht von grofser Bedeutung.

Nach dem Gesagten glaube ich, dafs der Gieseckit nicht ferner seine Stelle in der Nähe des Pinit, wo man ihn in den oryktognostischen Sammlungen gewöhnlich eingereiht findet, behalten wird, sondern, dafs man ihn vielmehr als eine Varietät des Nephelin und des Eläolits dieser Species zuordnen mufs.

Von dem neuerdings aufgefundenen frischen Gieseckit befinden sich einige Stücke in meiner Sammlung, und es wird mir ein besonderes Vergnügen gewähren, sie denjenigen Mineralogen, die sich dafür interessiren, zur eigenen Anschauung vorzulegen.

XVIII. *Ueber das doppeltchromsaure Chromhyperchlorid; von Philipp Walter aus Krakau.*

(Vorgelegt der Pariser Academie am 27. Nov. 1837.)

Diese merkwürdige, von Hrn. Berzelius entdeckte, und weil sie, bei Berührung mit Wasser, in Chromsäure und Chlorwasserstoffsäure zerfällt, von ihm Chromhyperoxyd genannte Verbindung ist erst in neuerer Zeit der Gegenstand einer gründlichen Untersuchung geworden. Die richtige Kenntnifs ihrer Zusammensetzung verdanken wir Hrn. Heinrich Rose, und das Studium dieses Körpers diente diesem ausgezeichneten Chemiker als Ausgangspunkt zur Untersuchung ähnlicher Körper, wobei es sich ergab, dafs das Wolframhyperchlorid wolframsaures Wolframhyperchlorid, und das Molybdänhyperchlorid molybdänsaures Molybdänhyporchlorid ist, so dafs diese Körper in eine neue Klasse von Verbindungen zu setzen sind, von denen das doppeltchromsaure Chromhyperchlorid gewissermafsen als Typus dienen kann. Dieser Körper, dem die ausgezeichnetsten Chemiker unserer Zeit, die HH. Dumas, Rose, Berzelius, bereits ihre Aufmerksamkeit widmeten, konnte nur wenig Neues für mich übrig lassen, und wenn ich dennoch an ihm ging, wenn ich dennoch einige Versuche zur Vervollständigung seiner Geschichte unternahm, so geschah es nur durch Ermunterung eines dieser Chemiker, die mich mit ihrem Wohlwollen und ihrer Freundschaft beehren.

Die Darstellung dieser Verbindung ist mir auf folgendem Wege beständig gelungen. In eine tubulirte Glasretorte brachte ich ein inniges und sehr fein gepulvertes Gemenge von 100 Th. geschmolzenen Kochsalzes und 168 Th. neutralen chromsauren Kalis, legte einen

Vorstofs und eine Vorlage mit zwei Tubulaturen an, und gofs durch eine in der Tubulatur der Retorte angebrachte S-förmige Röhre 300 Th. concentrirter Schwefelsäure hinzu. Die Wirkung ist vom Beginn an sehr lebhaft, es entwickeln sich dicke rothe Dämpfe, von vielem Chlor begleitet. Ich kühlte die Vorlage bestmöglich ab, um die Dämpfe zu verdichten, und sah wirklich aus der in einer der Tubulaturen dieser Vorlage befestigten Röhre nur Chlorgas entweichen. Man mufs die Säure nach und nach hinzugiefsen, weil man sonst einen Verlust an rothen Dämpfen zu befürchten hat, und weil überdiefs die Masse leicht emporsteigt, und in den Vorstofs und die Vorlage übergeht. Nachdem alle Säure zugesetzt worden, erhitzte ich das Ganze sehr gelinde, und fuhr fort die Temperatur zu steigern, bis gelbe Dämpfe anfingen sich zu zeigen; dann war die Operation beendet.

Man findet in der Vorlage eine intensiv rothe Flüssigkeit und einen festen Körper, welcher, nach Herrn Dumas, eine Verbindung derselben Flüssigkeit mit Chlor ist. Durch Abgiefsen sondert man den einen von dem andern, und wenn man die rothe Flüssigkeit einer Destillation unterwirft, welche man jedoch nicht bis zu Ende treiben mufs, so erhält man eine Flüssigkeit, deren Siedpunkt constant ist.

Die so erhaltene Flüssigkeit ist von herrlich blutrother Farbe, flüchtig und stark rauchend; mit Wasser in Berührung gebracht, fällt sie darin in ölig aussehenden Tropfen zu Boden, und verwandelt sich in Chlorwasserstoffsäure und Chromsäure; ihr Siedpunkt ist beständig, und liegt, unter $0^m,76$, bei 118° C.; ihr specifisches Gewicht bei 21° C. ist 1,71. Sie greift das Quecksilber lebhaft an, und daher mufs man, bei Bestimmung des specifischen Gewichts ihres Dampfes, die Berührung mit diesem Metall vermeiden, und den Ballon nicht unter demselben öffnen. Sie wird vom Schwefel zersetzt, verpufft mit Phosphor, löst Chlor und Jod auf, und ver-

bindet sich mit Ammoniak unter Lichtentwicklung. Eine kleine Menge mit concentrirtem Alkohol in Berührung gebracht, verbindet sich mit ihr unter heftiger Explosion, und der entzündete Alkohol wird gewaltsam fortgeschleudert.

Dieser Körper ist schon von Hrn. Heinrich Rose analysirt, dessen Genauigkeit in dieser Gattung von Untersuchungen hinreichend bekannt, als dafs ich etwas anderes thun, als die Resultate dieses gewandten Chemikers bestätigen konnte. Ich brachte 2,078 Grm. dieser Verbindung in ein Fläschchen, und öffnete dieses unter einer hinreichend grofsen Menge Wasser, mit dem eine Porcellanschale gefüllt war. Da der Hals des Fläschchens ziemlich eng war, so konnte das doppeltchromsaure Chromchlorid nur nach und nach mit dem Wasser in Berührung kommen, und dadurch war ich im Stande, die Zersetzung so zu verlangsamen, dafs sie eine halbe Stunde dauerte, und, wenigstens für den Geruch, jeder Verlust vermieden wurde. Die strohgelbe Lösung wurde mit einem Ueberschufs einer sehr sauren Lösung von salpetersaurem Silberoxyd versetzt, wodurch Chlorsilber, gemengt mit chromsaurem Silberoxyd, niederfiel. Um letzteres zu entfernen, fügte ich noch Salpetersäure hinzu und kochte damit das Ganze gelinde. Das chromsaure Silberoxyd löste sich nun, und der Niederschlag nahm eine weifse Farbe an. Etwas erkaltet, aber noch heifs, filtrirte ich die Flüssigkeit, und wusch den Niederschlag mit Wasser, das durch Salpetersäure angesäuert worden. Der gewaschene, getrocknete und geschmolzene Niederschlag wog 3,807 Grm., entsprechend 0,939 Grm. oder 45,19 Procent Chlor. Eine zweite Analyse, mit 2,934 Grm. der Verbindung auf die nämliche Weise angestellt, gab 5,36 Grm. Chlorsilber, entsprechend 1,322 Grm. oder 45,06 Proc. Chlor.

3,0485 Grm. wurden durch Wasser zersetzt, die Lösung mit etwas Alkohol vermischt und abgedampft, bis

aller Aethergeruch verschwunden war, dann Ammoniak hinzugesetzt, fast bis zur Trockne abgedampft, die Masse im Wasser aufgenommen, und der Niederschlag wieder auf ein Filtrum gebracht. Das gewaschene und geglühte Chromoxyd wog 1,507 Grm., entsprechend 1,056 Grm., oder 34,68 Proc. Chrom.

Eine zweite Analyse, mit 2,685 Grm. angestellt, gab 1,34 Grm. Chromoxyd, entsprechend 0,9394 Grm. oder 34,98 Proc. Chrom.

2,231 Grm. zersetzte ich durch einen Ueberschufs von Wasser, sättigte die Lösung mit Ammoniak und versetzte sie mit salpetersaurem Baryt. Der gelbe Niederschlag von chromsaurem Baryt ward abfiltrirt, möglichst schnell auf ein zuvor gewogenes Filtrum gebracht und beständig gewaschen. Getrocknet, bis er nichts mehr verlor, wog er 3,784 Grm. Diese Menge chromsauren Baryts enthielt 1,533 Grm. Chromsäure, und darin 0,827 Grm. Chrom. Hienach enthält also die Verbindung 37,08 Procent. Chrom.

Die mittlere Menge des Chlors, nach den beiden Analysen, ist =45,14 Proc. Die mittlere Menge des Chroms, nach den drei Analysen, =35,58. Nach diesen Analysen besteht also das doppeltchromsaure Chlorhyperchlorid, übereinstimmend mit dem von Hrn. H. Rose erhaltenen Resultat, aus:

	Gefunden.	Berechnet.	Atome.	
Chrom	35,58	35,37	3	1055,457
Chlor	45,14	44,51	6	1327,950
Sauerstoff	19,28	20,12	6	600,000
	100,00	100,00		2983,407

entsprechend der Formel $2CrO^3 + CrCl^6$.

Da die Verbindung flüchtig ist und einen beständigen Siedpunkt besitzt, so war ich neugierig, ihr Atomgewicht durch Bestimmung des specifischen Gewichts ihres Dampfs zu prüfen. Diese, durch Hrn. Dumas so glück-

lich vereinfachte Operation, bot mir indefs, wegen der Natur des Körpers, viele Schwierigkeit dar, so dafs sie mir anfangs immer mifsglückte. Die rothen Dämpfe nämlich, die sich in dem ausgezogenen Halse verdichteten, griffen das Glas an und machten es unschmelzbar. Vergebens suchte ich durch eine gröfsere Dicke des ausgezogenen Halses diesem Uebelstande abzuhelfen. Auch war ich nicht glücklicher, als ich den Hals eine gröfsere Länge als gewöhnlich gab, oder ihn so weit verkürzte, dafs er nur eben zum Oelbade herausragte. Gewöhnliche Flaschen mit eingeriebenen Stöpseln, die ich anwenden wollte, sprangen am Boden wegen ungleicher Dicke des Glases; gewöhnliche Ballone dagegen, ausgezogen, so dafs der Hals ausgeschliffen und mit einem Stöpsel verschlossen werden konnte, sprangen im Moment, wo ich versuchte sie zu verschliefsen, wahrscheinlich an dem Orte, wo ich den Stöpsel einsetzte, weil die Glastheilchen des erhitzten Halses eine andere Anordnung angenommen, als die des Bauchs, welcher kalt blieb, und dadurch die unbedeutendste Temperaturveränderung den Hals sprengte. Diese Ansicht bestätigte sich, denn als ich Ballons von gewöhnlicher Gröfse nahm, deren Hals schon auf der Hütte ausgezogen worden war, verschwand dieser Uebelstand gänzlich. Daher bediente ich mich denn zur Bestimmung der Dichte des Dampfs dieser Verbindung eines Ballons von gewöhnlicher Capacität, versehen mit einem Hals und einem eingeschliffenen Stöpsel, der luftdicht schlofs, und ich glaube, diefs Mittel kann auch zur Bestimmung der Dichte des Dampfes ähnlicher Körper angewandt werden. Da, wegen der Gröfse der Oeffnung des Halses, die Luft während der Operation zu leichten Zutritt hatte, so setzte ich den Stöpsel locker auf, nachdem ich einen Asbestfaden eingeschoben hatte, zog diesen Faden nach Beendigung der Operation heraus, und drückte alsdann den Stöpsel fest ein. Ueberdiefs mufs der Ballon so weit wie möglich vom Oelbade umgeben seyn, weil

sich sonst um die Oeffnung ein Absatz vom doppeltchromsauren Chromhyperoxyd bildet, welcher die Verschliefsung des Ballons unmöglich macht, und die Operation mifslingen läfst. Der Ballon ward unter Wasser geöffnet; allein da der Druck, wegen des Vacuums im Ballon, bedeutend war, so sah ich mich genöthigt, den Bauch des Ballons vorsichtig mit heifsem Wasser zu benetzen, und dadurch gelang es dann, den Ballon ohne Weiteres zu öffnen.

Hier die Data eines Versuches:

Druck $=0^m,76$,
Temperatur der Luft 25° C.
Temperatur des Oelbades 143°,7 C.
Gewichtsüberschufs des Ballons 1,017 Grm.
Luftrückstand 10 C.C. bei 25° C.
Volum des Ballons 280 C.C.

Hieraus ergiebt sich die Dichte des Dampfs $=5,9$; mittelst der Formel $2 Cr O^3 + Cr Cl^6$ findet man sie $=5,48$, denn:

3 Vol.	Chrom	11,6433
6 -	Chlor	14,6760
6 -	Sauerstoff	6,6156
		32,9349 $=6 \times 5,48$.

Jedes Atom doppeltchromsauren Chromhyperchlorids entspricht also 6 Volumen Dampf; und wenn das Resultat des Versuches etwas von dem der Rechnung abweicht, so mufs man diefs der Schwierigkeit der Operation zuschreiben.

Die Zusammensetzung und die Dampfdichte des doppeltchromsauren Chromhyperchlorids stimmen also darin überein, diesen Körper als eine Verbindung von Chromsäure und Chromhyperchlorid zu betrachten; man kann indefs noch eine andere Ansicht für seine Constitution fassen, die, ohne mit seiner Zusammensetzung oder Dampfdichte in Widerspruch zu stehen, seine merkwürdigen

Kennzeichen und seine geringe Stabilität vielleicht noch besser erklärt. Hr. Thompson, der diesen Körper schon vordem analysirte, hat eine ganz besondere Meinung über seine Constitution ausgesprochen, betrachtet ihn nämlich als bestehend aus Chromsäure und Chlor, und nennt ihn daher »*Chloro-chromic acid*«; allein diese Meinung ist unhaltbar gegen den Einwurf des Hrn. H. Rose, dafs die Verbindung alsdann 10 Proc. Chlor mehr enthalten müfste, als die Analyse giebt. Wenn man aber, statt diese Verbindung als gebildet aus Chromsäure und Chlor zu betrachten, annimmt, sie bestehe aus CrO^2, und Chlor CrO^2 sey das Radical der Chromsäure, die dann $CrO^2 + O$ würde, und spiele die Rolle eines einfachen Körpers nach Art des Kohlenoxyds und Benzoyls; wenn man ferner diese Verbindung als analog der Chloroxycarbonsäure, und das Chlor als Stellvertreter desjenigen Sauerstoffs, welches sich aufser dem Radical in der Chromsäure befindet, ansieht; so kann man diesen Körper durch die Formel $CrO^2 + Cl^2$ ausdrücken, welche sowohl mit der gefundenen Dichte als Zusammensetzung übereinstimmt. In der That gäbe die Analyse, nach dieser Formel berechnet, das Resultat:

1 At.	Chrom	351,819	35,87
2 -	Chlor	442,650	44,51
2 -	Sauerstoff	200,000	20,12
		994,469	100,00.

Und was die Dichte des Dampfs beträfe, so hätte man nach derselben Formel:

1 Vol.	Chrom	3,8811
2 -	Chlor	4,8920
2 -	Sauerstoff	2,2078
		10,9809 = 2 × 5,49.

Allein hier würde jedes Atom des Körpers nur 2 Volumen Dampf entsprechen. Dieser Körper läfst sich also

also als eine eigenthümliche Säure betrachten, welche man mit dem Namen » *Chloroxychromsäure* belegen könnte. Erwägt man, dafs das Chromhyperchlorid nicht für sich existirt, dafs die analogen Verbindungen nur von den Säuren gebildet werden, welche drei Atome Sauerstoff enthalten, untereinander isomorph sind, und sämmtlich nach der Hypothese des Hrn. Persoz durch die Formel $RO^2 + O$ ausgedrückt werden können, erwägt man ferner die Leichtigkeit, mit der sich dieser Körper in Berührung mit anderen Körpern zersetzt, und seine geringe Stabilität, so mufs diese Ansicht über die Zusammensetzung des Körpers, die überdiefs verschiedene Reactionen so gut erklärt, als sehr wahrscheinlich erscheinen.

XIX. *Chemische Untersuchung des chinesischen und javanischen Thees; von G. J. Mulder.*

(Auszug aus einer vom Verfasser mitgetheilten Abhandlung aus dessen *Natuur- en Scheikundig Archief*, *Jaargang* 1835, *St.* 5.)

Bei einer chemischen Untersuchung des Thees darf man sich nicht blofs auf den chinesischen beschränken, sondern mufs auch den jetzt aus unseren ostindischen Besitzungen herkommenden in Rücksicht nehmen. Dieser letztere gab vorzüglich zu dieser Untersuchung Anlafs.

I. Analyse von vier Theesorten.

Bekanntlich wird der Thee nicht an der Sonne gedörrt, sondern künstlich getrocknet, und also einem höheren Wärmegrad ausgesetzt. Weniger allgemein bekannt ist es jedoch, dafs der grüne und der schwarze Thee von derselben Pflanze gewonnen werden, und der Unterschied zwischen beiden blofs durch die verschiedene Bereitungsweise hervorgerufen wird. Auch die Ver-

schiedenheit der einzelnen Arten des grünen und des schwarzen Thees, obwohl zum Theil von der Verschiedenheit des Bodens und des Klimas bewirkt, rühren hauptsächlich her von der Zeit, in welcher die Blätter abgepflückt werden, und von deren nachheriger Behandlungsweise. Im grünen Thee finden wir das Blatt am wenigsten verändert, im schwarzen dagegen stark getrocknet, wie diefs auch unsere Analyse näher darthun wird. Wir haben daher nur einige der bekannteren Sorten untersucht, nämlich Haysan-Thee (grünen Thee) und Congo-Thee (schwarzen Thee), beide sowohl von China als von Java.

1) Flüchtige Bestandtheile.

a) *Wasser.* Die genannten Theesorten, von denen die grünen, wie die schwarzen, unter sich, ganz das nämliche Aeufsere hatten, wurden mehre Tage an einem 100° C. warmen Ort aufbewahrt, bis sie nichts mehr an Gewicht verloren. Aller Theegeruch war nun verschwunden, und der Verlust an Wasser und ätherischem Oel betrug:

beim chinesischen Haysan	4,44	Proc.
- - - Congo	4,48	-
- javanischen Haysan	4,00	-
- - - Congo	3,88	-

Hieraus folgt erstlich, dafs wenn die beiden Haysan-Sorten und die beiden Congo-Sorten, jede für sich, gleich viel ätherisches Oel enthalten, der javanische Thee weniger hygroskopisch ist als der chinesische. Diese Verschiedenheit rührt keinesweges von der verschiedenen Trocknungsweise her, da die Congo-Sorten viel stärker getrocknet werden als die Haysan-Sorten, und zwischen beiden nur ein geringer Unterschied im Wassergehalt vorhanden ist. Die Ursache liegt also entweder in dem verschiedenen Alter der Blätter, und dann müfsten die chinesischen die jüngeren seyn, oder es steht

mit der Zusammensetzung der Blätter in Verbindung, wie wir diess näher zeigen werden. Ferner ergiebt sich aus dem Obigen, dass der Thee, sowohl der grüne als der schwarze, künstlich getrocknet worden ist, weil er sonst, nachdem er unserer feuchten Atmosphäre ausgesetzt war, weit mehr Wasser hätte verlieren müssen.

b) Thee-Oel. Wenn gleich der Thee einen starken Geruch besitzt, so darf man doch nicht schliessen, dass man viel ätherisches Oel daraus werde absondern können. Im Gegentheil die Pflanzentheile, welche einen starken Geruch haben, verlieren viel beim Trocknen, und geben deshalb bei der Untersuchung im Ganzen wenig. Es ist unmöglich die Menge eines solchen Oels mit grosser Genauigkeit zu bestimmen, und man muss schon zufrieden seyn, wenn man es überhaupt abscheiden und seine Menge näherungsweise bestimmen kann. Wir verfuhren folgendermassen:

250 Grm. Thee wurden mit 250 Grm. Kochsalz und 1500 Grm. Wasser in einer Glasretorte vermengt und 500 Grm. übergezogen. Das Destillat war mehr oder weniger milchig und roch stark betäubend nach Thee. Die Hälfte davon, also 250 Grm., wurde mit eben so viel Kochsalz gemischt und abermals überdestillirt; es gab ein noch ölreicheres Wasser, aber kein ausgeschiedenes Oel. Die andere Hälfte wurde mit Aether übergossen. Der wieder abgeschiedene Aether roch stark nach Theeöl, das Wasser, das hell geworden war, nicht mehr. Der Aether wurde in einer kleinen Retorte mit Chlorcalcium bei gelinder Wärme übergezogen, um das beigemischte Wasser zurückzuhalten. Als noch eine halbe Unze davon übrig war, wurde diese vom Chlorcalcium abgegossen, und in einem Schälchen freiwillig verdampfen gelassen. Nun verflüchtigte sich der Aether, und das Oel blieb zurück, wenn auch nicht gänzlich, doch grösstentheils. Das zurückgebliebene Theeöl roch stark, und verwandelte sich schnell in Harz.

Thee, mit verdünnter Schwefelsäure destillirt, gab ein Destillat von sehr schwachem Theegeruch, und keine Spur von Oel in den zuerst übergegangenen Tropfen. Diese zur Ausscheidung von ätherischem Oel aus Saamen so sehr bewährte Methode ist also hier nicht anwendbar.

Die beste Methode zur Abscheidung des Theeöls scheint mir demnach die zu seyn, dafs man Thee mit lauwarmem Aether in verschlossenen Gefäfsen digerirt, und aus dem ätherischen Aufgufs das Oel absondert.

Die Methode von Bonastre (*Journ. de Pharm.* 1831, *T. XVII p.* 108) scheint weniger zweckmäfsig zu seyn. Er gebrauchte nämlich Alkohol, infundirte damit Myrrhe, und liefs dieses Infusum bei gewöhnlicher Sonnenwärme aus einer Retorte überdestilliren, wozu eine Zeit von drei Monaten, von Ende Juli bis anfang October, erforderlich war. Der lange Zeitraum, währenddessen nothwendig viel Oel verfliegen mufs, und die geringe Flüchtigkeit des Alkohols schreckte mich von dieser Methode ab.

Ich digerirte demnach 100 Grm. von jeder der genannten Theesorten mit 1 Liter vollkommen reinen Aethers lauwarm im verschlossenen Kolben, gofs nach 48 Stunden den ätherischen Aufgufs ab, und zog den Aether bei 25° C. auf einem Wasserbade über, bis ungefähr 3 Unzen in der Retorte zurückblieben. Dann wurde ein anderer Recipient vorgelegt, eine Unze destillirten Wassers in die Retorte gethan, und das Ganze in einem kochenden Bade von einer Kochsalzlösung zur völligen Trockne überdestillirt. Das Gemenge von Aether und Wasser wurde, gut umgeschüttelt, aus der Vorlage in einen Scheidetrichter gebracht, das Wasser abgezapft, zu dem Aether Chlorcalcium gethan, um ihm das aufgenommene Wasser zu entziehen, und nun der Aether in einem Glasschälchen der freiwilligen Verdampfung aus-

gesetzt. Auf diese Weise wurden von 100 Thee erhalten an Oel:

Chinesisch. Haysan	0,79	Java-Haysan	0,98
- Congo	0,60	- Congo	0,65.

Ueber den Unterschied in der Menge dieses Oels werden wir weiterhin sprechen.

2) Nichtflüchtige Bestandtheile. *a*) Organische.

Im Thee findet sich ein Stoff, der bisher noch zweifelhaft seyn konnte, da er nur von einem einzigen Chemiker beschrieben wurde. Es ist das Theïn von Oudry [1]). Wir haben auf mehrfache Weise gesucht dasselbe aus dem Thee zu gewinnen, doch nur bei einer derselben, der von Oudry, die Quantitäten aufgezeichnet, und diese wollen wir hier zuerst beschreiben.

250 Grm. von jeder der vorhin genannten Theesorten wurden mit 4 Kl. Wasser, worin 60 Grm. Kochsalz aufgelöst worden, 48 Stunden lang kalt (bei 4° bis 12° C.) digerirt. Die dunkelgefärbte Flüssigkeit wurde abfiltrirt und zur Trockne verdampft, und nun der Rückstand so lange mit Alkohol von 34° Pharm. Belg. ausgezogen, bis derselbe beinah alle Farbe verloren hatte. Der Alkohol wurde fast ganz abdestillirt und der Rest eingedickt, dann das alkoholische Extract in Wasser gelöst und mit gebrannter Magnesia gekocht, die Flüssigkeit filtrirt, und bis zur Consistenz eines dünnen Syrups abgedampft. Nachdem dieser Syrup einige Tage gestanden, hatten sich viele kleine Krystalle von Theïn darin gesammelt.

Das Extract, welches nach wiederholter Eindampfung keine Krystalle mehr giebt, hat Oudry nicht weiter untersucht. Wir erhielten, indem wir es mit Aether ausgezogen, eine neue, viel gröfsere Quantität Theïn, wäh-

1) *Nouvelle Biblioth. médicale, Mars* 1827. — Geiger's Mag. f. Pharm. Jul. 1827, S. 49.

rend die Magnesia durch Ausziehung mit Alkohol und Aether nichts mehr davon lieferte. Oudry behauptet jedoch das Gegentheil.

Auf diese Weise erhielten wir an Theïn vom chinesisch. Haysan 0,43 Proc. javanisch Haysan 0,60 Proc.
- Congo 0,46 - - Congo 0,65 -

Oudry's Methode hat jedoch ihre Fehler, wie weiterhin näher erörtert werden soll. Für's Erste wollen wir die allgemeine Analyse des Thees weiter verfolgen.

25 Grm. trocknen Thees wurden kochend successiv mit Aether, Alkohol, Wasser, verdünnter Salzsäure (0,05 concentrirter Säure enthaltend) und Aetzkalilauge (40 Grm. Aetzkali in 3 Liter Wasser) erschöpft, dazwischen immer wieder getrocknet und der Verlust bestimmt. Die vier ersten Auszüge wurden auf dem Wasserbade zur Trockne abgedampft, und bei den beiden letzteren Flüssigkeiten die Blätter, nach der Ausziehung, so lange mit Wasser gewaschen, bis sie nicht mehr sauer oder alkalisch reagirten. So wurde erhalten vom

	chinesischen		javanischen	
	Haysan.	Congo.	Haysan.	Congo.
A. Aetherisches Extract	5,45	4,22	5,16	4,97
B. Alkoholisches -	5,70	5,97	6,08	5,86
C. Wäſsriges -	2,93	3,11	3,21	3,04
D. Saures -	5,90	4,78	5,09	4,56
E. Verlust in Kalilauge	0,75	0,70	0,91	0,32
F. Rest (Pflanzenskelett)	4,27	7,08	4,55	6,75.

Die kalische Flüssigkeit, an der Luft bis auf 4 Unzen eingedampft, liefs, durch Einsaugung von Kohlensäure, Flocken von Eiweifs fallen, dessen Menge aus dem Verlust der Blätter in Kali bestimmt wurde.

A. Das *ätherische Extract* enthielt Theïn, Gerbstoff, Wachs, Harz und Chlorophyll. Die beiden ersten Stoffe wurden durch Kochen mit Wasser ausgezogen, die Flüssigkeit dann filtrirt, was, weil es sehr träge

geht, an einem warmen Ort geschah, und auf dem Wasserbade zur Trockne abgedampft. Das mit Wasser erschöpfte ätherische Extract wurde mit Alkohol ausgekocht, welcher Wachs, Chlorophyll und Harz aufnahm. Wachs und Chlorophyll wurden durch successives Abdampfen, Erkaltenlassen und Filtriren abgesondert; was dann im Alkohol gelöst blieb, war Harz. Wachs und Chlorophyll wurden vom Filter durch Aether kochend aufgelöst; beim Erkalten schied sich das erstere ab und letzteres blieb gelöst. Auf diese Weise wurden erhalten aus dem ätherischen Extract vom

	chinesischen		javanischen	
	Haysan.	Congo.	Haysan.	Congo.
Theïn und Gerbstoff	4,32	2,79	4,00	3,46
hierin Gerbstoff	4,212	2,675	3,849	3,297
Harz	0,53	0,91	0,41	0,61
Wachs	0,07	0,00	0,08	0,00
Chlorophyll	0,53	0,46	0,81	0,32.

B. Das *alkoholische Extract* enthielt Apothem, Extractivstoff, Gerbstoff, etwas Chlorophyll und Wachs, Er wurde mit heifsem Wasser ausgezogen, und dieses, nachdem es kalt filtrirt, das Apothem und Spuren von Wachs abgesetzt hatte, zur Trockne abgedampft. Der Rückstand, bestehend aus Extractivstoff und Gerbstoff, wurde mit Aether ausgekocht, welcher letzteren Stoff löste. So wurden erhalten vom

	chinesischen		javanischen	
	Haysan.	Congo.	Haysan.	Congo.
Apothem, mit Spuren von Wachs	0,00	0,37	0,00	0,41
Extractivstoff	5,15	4,74	5,23	4,83
Gerbstoff	0,24	0,55	0,54	0,40.

C. Das *wäfsrige Extract*, welches aus Gummi und Extractivstoff bestand, wurde durch Auskochen mit Al-

kohol, welcher den Extractivstoff löste, zerlegt. Er gab so vom

	chinesischen		javanischen	
	Haysan.	Congo.	Haysan.	Congo.
Gummi	2,14	1,82	3,05	2,77
Extractivstoff	0,57	0,23	0,19	0,08.

D. Das *salzsaure* Extract bestand aus künstlichem Gerbstoff, von dem nachher noch mehr. Die Menge desselben wurde aus dem Verlust der Blätter bestimmt.

E. Das *kalische* Extract, enthielt Eiweifsstoff, der auf gleiche Weise bestimmt wurde.

b) Salze.

Im Thee sind verschiedene Salze enthalten, die aber nicht als nähere Bestandtheile desselben betrachtet werden können, sondern nur als entferntere, als Theile der eben ausgeschiedenen organischen Bestandtheile, in denen dieselben auch mit begriffen sind. Aus einer Reihe von Reactionen ergab sich, dafs diese Salze enthalten: Schwefelsäure, Phosphorsäure, Salzsäure, Kalk, Kali, Eisenoxyd. Die Menge der feuerbeständigen Säuren und Basen wurde durch Einäscherung bestimmt. 25 Grm. der vier Theesorten gaben an Asche:

Chinesischer Haysan	1,39	Javanischer Haysan	1,19
- Congo	1,31	- Congo	1,34

Die Farbe der Asche war sehr verschieden beim chinesischen und javanischen Thee. Der chinesische Thee gab eine viel röthere Asche, der javanische eine hellrothe. Der Unterschied ist so grofs, dafs man dadurch allein die beiden Sorten unterscheiden kann. Es ist in der That merkwürdig, dafs durch den Unterschied des Bodens, auf welchem die Pflanzen gewachsen sind, solch ein bedeutender Unterschied in den Basen erzeugt werden kann.

Von den beiden Congo-Sorten wurde die Asche

näher untersucht, und es ergab sich dabei für sie folgende Zusammensetzung:

	Chines. Congo.	Javan. Congo.
Kali, schwefelsaures Kali, phosphorsaures Kali, Chlorkalium	2,84	3,40
Eisenoxyd, kohlensauren, schwefelsauren, phosphorsauren Kalk, kohlensaure Talkerde	1,72	1,64
Uebermangansaures Kali	Spur	nichts
Kieselerde	0,68	0,32
	5,24	5,36.

Fafst man nun die Resultate der bisherigen Analysen zusammen und berechnet sie auf 100 Theile, so ergeben sich für die vier Theesorten folgende Zusammensetzungen:

	Chinesischer		Javanischer	
	Haysan.	Congo.	Haysan.	Congo.
Aetherisches Oel	0,79	0,60	0,98	0,65
Chlorophyll	2,22	1,84	3,24	1,28
Wachs	0,28	0,00	0,32	0,00
Harz	2,22	3,64	1,64	2,44
Gummi	8,56	7,28	12,20	11,08
Gerbstoff	17,80	12,88	17,56	14,80
Theïn	0,43	0,46	0,60	0,65
Extractivstoff	22,8	19,88	21,68	18,64
Apothem	Spuren	1,48	Spuren	1,64
Durch Salzsäure ausgezogenes Extract	23,60	19,12	20,36	18,24
Eiweifsstoff	3,00	2,80	3,64	1,28
Faser	17,08	28,32	18,20	27,00
Salze unter den erwähnten Bestandtheilen begriffen	5,56	5,24	4,76	5,36.

II. Betrachtung der im Thee gefundenen Bestandtheile.

1) *Flüchtiges Oel.* Bekanntlich zeigt der Thee giftige Eigenschaften, wenn er in zu großer Menge genossen wird; nervenschwache Personen bekommen Beben, und die auf Schiffen in der Nähe des Thees schlafende Mannschaft erkrankt nicht selten bedeutend. Diese giftigen Eigenschaften, so wie seinen Geruch hat der Thee von dem ätherischen Oel. Heißes Wasser zieht dieses Oel aus, und je mehr davon in einem Thee enthalten ist, desto mehr Wasser kann zum Aufguß angewandt werden. Auch von der größeren oder geringeren Löslichkeit des Oels in Wasser hängt die Verschiedenheit des ersten und zweiten Aufgusses ab. Ist es sehr löslich, so enthält der erste Aufguß alles Oel, und der zweite nichts; im umgekehrten Fall ist auch der zweite Aufguß wohlriechend. Dieser Unterschied der Löslichkeit wird durch andere Bestandtheile des Thees bedingt. Beim Kochen verfliegt das Oel, weshalb man Thee auch nie mit Wasser kocht.

Zu übersehen ist hiebei auch nicht, daß, nach glaubwürdigen Nachrichten, die Chinesen den Thee während des Trocknens mit Blättern und Blumen anderer Pflanzen, vorzüglich aber mit Tinkturen derselben, vermengen, um ihn wohlriechender zu machen. Als solche Pflanzen nennt man *Camellia japonica*, *Polygala theezans*, *Chloranthus inconspicuus*, *Olea fragrans*, *Illicium anisatum* u. s. w. Mit dem weingeistigen oder wäßrigen Auszuge solcher Blätter oder Blumen werden die besseren Theesorten befeuchtet. Beim Trocknen verfliegt der Weingeist oder das Wasser, und das ätherische Oel dieser Pflanzentheile bleibt im Thee zurück. Sonach kann der Thee, außer seinem eigenen Oel, noch andere flüchtige Oele enthalten, welche man jedoch nur durch Untersuchung sehr großer Mengen Thee würde entdecken können. Bei der Bereitung des Thees geht übrigens ein großer Theil des Oels verloren, und daher sind die

trocknen Blätter auch weit weniger gefährlich als die frischen, von denen man selbst in China nicht selten nachtheilige Folgen gesehen hat.

Das Theeöl erstarrt sehr leicht, enthält demnach eine grofse Menge Stearopten; es ist citronengelb, leichter als Wasser, und macht schon in kleinen Mengen das Wasser milchig. Es hat den Theegeruch in hohem Grade, und erregt, auf die Zunge gebracht, im ganzen Munde einen starken Theegeschmack, doch ohne Zusammenziehung. Es ist so betäubend, dafs es ohne Zweifel bei Menschen und Thieren als Gift wirken würde. Merkwürdig ist, dafs dieses Oel, in Verbindung mit Gerbstoff, diuretisch und diaphoretisch wirkt. In dieser Beziehung nähert sich der Thee dem Salbey. Unter verschiedenen Umständen wirken die Aufgüsse beider auf die Nieren und auf die Haut, und das Pulver beider vermindert die Secretionen der Haut.

2) *Theïn.* Oudry glaubte im Theïn das Wirksame des Thees gefunden zu haben, etwa wie das Chinin der fiebervertreibende Stoff der Chinarinde ist. Diefs hat sich jedoch nicht bestätigt, eben so wenig, als dafs die in einer Pflanze gefundene Base immer die Kräfte derselben in sich vereinigen müsse. Die Erfahrung hat uns schon oft gezeigt, dafs die von Halbchemikern so sehr bewunderten *inen* nicht immer die Repräsentanten der Eigenthümlichkeiten der Pflanzen sind, aus denen sie dargestellt wurden.

Die bekannten Eigenschaften des Thees lassen sich am besten aus seinen vier Hauptbestandtheilen: dem flüchtigen Oel, Gerbstoff, Gummi und Extractivstoff herleiten. Das Theïn mag daran Theil nehmen, allein es ist keineswegs der den Thee charakterisirende Bestandtheil.

Oudry, über dessen Entdeckung mir nur die vorhin erwähnte Notiz bekannt ist, stellte das Theïn auf keine einfache Weise dar. Seine Methode erfordert eine

grôfse Menge Flüssigkeit, und ist, wegen des zur Ausziehung des Theïns aus dem Extracte vorgeschriebenen Alkohols und Aethers, kostspielig. Das Extract enthält auch durch Alkohol aufgelöstes Kochsalz, und besitzt durch das Theïn die merkwürdige Eigenschaft einer festen Consistenz. Wenn man es nämlich zu lange abdampft, so erhält man eine braune Masse von salzartiger körniger Consistenz, woraus verhältnifsmäfsig nur wenig Theïn gezogen werden kann. Wenn das Extract durch Aether ausgezogen ist, so verliert es die Eigenschaft schnell zu erhärten. Dampft man indefs das Extract nicht genugsam ab, so krystallisirt das Theïn nicht; die dickflüssige Masse steht dann mehre Tage, ohne Spur von Krystallen zu zeigen, krystallisirt darauf aber plötzlich in wenig Stunden. Der Zeitpunkt der Krystallbildung ist also bei diesem Extract schwer zu finden. Da nun eine zweite Abdampfung nur kleine, schwer zu sammelnde Krystalle liefert, und das Theïn in Aether löslich ist, so kann man, statt des Oudry'schen Verfahrens, das Extract, ohne die Krystallbildung abzuwarten, mit Aether ausziehen, und aus dieser Lösung das Theïn herauskrystallisiren.

Das Ausziehen des Salzextracts durch Alkohol kann man auch ganz unterlassen. Wenn man das Salz-Infusum mit Magnesia kocht, das Decoct filtrirt und eintrocknet, so kann man aus dem Rückstand das Theïn durch Aether ausziehen, ohne dabei Alkohol zu gebrauchen. Auf diese Weise erhielten wir eben so viel Theïn als nach der Oudry'schen Methode.

Der beste Weg zur Darstellung des Theïns ist folgender. Man koche Thee mit Wasser ab, füge dem Decocte Magnesia oder Kalk hinzu [1]), koche damit die

1) Beide Erden habe ich mit Vortheil gebraucht; jedoch hält es beim Gebrauch von Kalk schwer, das Theïn von dem eigenthümlichen Kalkgeruch zu befreien; auch mufs man Kohlensäure durch die Flüs-

Flüssigkeit nochmals, filtrire sie dann noch heifs, dampfe sie zur Trockne, und ziehe das Extract mit Aether aus. Bei Anwendung von Alkohol oder Wasser könnte man nur durch wiederholte Krystallisation aus diesem Extracte Theïn erhalten, Beim Gebrauch von Aether ist es nicht nöthig denselben abzudestilliren und aus dem Rückstand das Theïn durch Krystallisation abzusondern. Auch ist es sogar überflüssig das wäfsrige Decoct erst zu filtriren; man kann den Thee unmittelbar mit Kalk oder Magnesia kochen, die Flüssigkeit filtriren [1]), abdampfen und den Rückstand mit Aether ausziehen. Aus dem Grus von Thee, der weit wohlfeiler als guter Thee ist, erhält man auf diese Weise ohne viele Kosten eine grofse Menge Theïn.

Das Theïn ist im Thee mit Gerbsäure verbunden. Zieht man Thee mit reinem Wasser aus, so lösen sich darin gerbsaures Theïn und freie Gerbsäure auf, welche beide beim Erkalten herausfallen. Selbst aus einem gewöhnlichen Theeaufgufs habe ich Theïn abgesondert. Bei Bereitung eines Theedecocts löst sich ohne Zweifel alles gerbsaure Theïn auf, und wenn man diefs mit Kalk oder Magnesia im Ueberschufs kocht, wird saure gerbsaure Talk- oder Kalkerde gefällt; das Theïn löst sich in dem Wasser auf, gemengt mit etwas Extractivstoff und Gummi. Dampft man diese Flüssigkeit ab und zieht das Extract mit Aether aus, so hat man in demselben reines Theïn. Auf diese Weise braucht man das Theïn nicht zu reinigen; man erhält es auf einmal schneeweifs.

Bei der Methode von Oudry erhält man das gerbsaure Theïn in der Kochsalzlösung aufgelöst und zersetzt dasselbe hernach durch Magnesia.

sigkeit treiben, um den aufgelösten Kalk abzusondern, da er sonst das Volumen des Extracts zu sehr vermehren würde.

1) Bei Gebrauch von Kalk mufs man Kohlensäure durch die Flüssigkeit treiben.

Das Theïn wird wegen seiner Verbindung mit Gerbsäure durch Rösten des Thees nicht ausgetrieben. Wäre es frei im Thee vorhanden, so würde der schwarze weit weniger davon enthalten als der grüne, was nicht der Fall ist.

Das Theïn ist, seinen chemischen Eigenschaften nach, ein sehr merkwürdiger Körper. Läfst man dasselbe, nach der Oudry'schen Methode, aus dem Extracte anschiefsen, so erhält man es anfangs in sehr glänzenden Krystallen von 2 Millimetern Länge; späterhin bilden sich nur glänzende Punkte; die Krystalle sind sechsseitige Säulen mit Zuspitzungen und sehr hart; man kann sie ohne merklichen Verlust sehr gut mit Wasser abspülen. Aus einer wäfsrigen Auflösung erhält man schöne lange nadelförmige Krystalle, welche in Rosetten beisammen stehen; aber die gedrungene Gestalt, in welcher man sie aus dem Extract erhält, kann man ihnen nicht wieder geben; mir wollte es wenigstens nicht gelingen. Auch aus Wasser krystallisirt dasselbe regelmäfsig, doch nur, nachdem die Lösung Tage lang gestanden hat; ist sie zu weit abgedampft, so bekommt man nur abnorme Krystalle. Die aus Wasser krystallisirten Nadeln bilden lange, sechsseitige Säulen von wahrhaft zierlicher Ausbildung. Ich bekam sie von 5 Centimetern Länge. Sie sind hart, sehr glänzend, und werden, wenn man sie unversehrt in Wasser legt, nicht schnell aufgelöst. Zertheilt, geschieht diefs jedoch schnell, auch in Aether und Alkohol. Aus Aether, und auch aus Alkohol, schiefsen bei rascher Erkaltung und Abdampfung flockenförmige Krystalle an, nur bei langsamer Abdampfung feine Nadeln.

Bei 12°,5 C. löst sich 1 Th. Theïn, welches bei 120° C. getrocknet worden, in 98 Th. Wasser, in 97 Th. absoluten Alkohols, und in 194 Th. Aether. Krystallisirtes Theïn löst sich in 93 Wasser, 158 Alkohol

und 298 Aether. Bei Siedhitze wird es in diesen Flüssigkeiten schnell aufgelöst.

Auf Platinblech schmilzt es über einer Weingeistlampe bei geringer Wärme, und verbrennt mit Flamme, ohne Kohle zu hinterlassen [1]). Zwischen zwei Uhrgläsern langsam erhitzt, schmilzt es, und sublimirt sodann in Gestalt eines weifsen Dampfs, welcher sich beim Erkalten als kleine Nadeln an das obere Glas absetzt. Kehrt man die Gläser um, so kann man es abermals sublimiren, und diefs beliebig oft wiederholen. Bei zu grofser Erhitzung hinterläfst es auf der Stelle, wo es lag, einen braunen Fleck.

Aus Wasser krystallisirt, schmilzt es, nachdem es zuvor das Krystallwasser verloren hat, bei 352° F. oder 177°,8 C., und sublimirt bei 364°,5 F. oder 184°,7 C.

Ein kleiner Krystall Theïns knirscht beim Zerbeifsen, der Geschmack ist bitter, doch nicht sehr stark.

Es hat keinen Geruch, und kann durch Umkrystallisiren ganz rein erhalten werden. Die Krystalle verwittern oder zerfliefsen an der Luft nicht. Bei 12° C. getrocknet, zieht es aus feuchter Atmosphäre in mehren Tagen kein hygroskopisches Wasser an. In Wasser sinkt es zu Boden.

Das Theïn reagirt nicht alkalisch, färbt geröthetes Lackmuspapier nicht blau, auch Kurkumäpapier nicht braun; wenn also eine Substanz alkalisch reagiren mufs, um Salzbase zu seyn, so ist das Theïn eine solche nicht. Auch in seinen Eigenschaften weicht es von den meisten Pflanzenbasen ab; die Löslichkeit in Wasser theilt es mit dem Nicotin und Curarin.

Trocknes Chlor wirkt nicht auf dasselbe. Durch concentrirte Schwefelsäure wird es gebräunt und aufgelöst,

1) Oudry behauptet das Gegentheil, und sagt, die viele zurückbleibende Kohle sey schwierig einzuäschern; er scheint mit sehr unreinem Theïn gearbeitet zu haben.

beim Erhitzen geschwärzt, und zugleich, wie die Säure, zersetzt. Concentrirte Salpetersäure löst es ohne Farbenveränderung und ohne, in der Hitze, Kleesäure zu bilden. Concentrirte Salzsäure löst es ebenfalls ohne Farbenveränderung, und auch in der Hitze, wie es scheint, ohne Zersetzung. Verdünnte Schwefel-, Salpeter-, Phosphor-, Bor-, Chlorwasserstoff-, Klee- und Weinsäure, bringen in seiner wäſsrigen Auflösung eben so wenig eine Veränderung hervor als Ammoniakflüssigkeit, Kalkwasser, Kali- oder Natronlauge. Keinen Niederschlag in seiner wäſsrigen Auflösung bilden auch: einfach und doppelt kohlensaures Natron, chromsaures Kali, Bleizucker, Bleiessig, essigsaures Kupfer, Blutlaugensalz, Eisenchlorid, Zinnchlorid, Jodnatrium, Chlorplatin in Alkohol gelöst, Quecksilberchlorid.

Galläpfel-Aufguſs reagirt dagegen bedeutend auf das Theïn. In verdünnten wäſsrigen Auflösungen desselben bildet er einen reichlichen weiſsen Niederschlag, welcher in Alkohol leicht löslich ist. Ein verdünnter wäſsriger Thee-Aufguſs fällt die wäſsrige Auflösung des Theïns nicht stark, ein concentrirter jedoch sehr bedeutend. Eine Auflösung von reinem Thee-Gerbstoff, oder einem nach Pelouze's Methode dargestellten Gerbstoff, bildet in der wäſsrigen Auflösung des Theïns einen weiſsen flokkigen Niederschlag von gerbsaurem Theïn, der sich aber, wenn man ihn mit der Flüssigkeit, aus der er gefällt worden, erhitzt, schon vor der Siedhitze vollkommen wieder auflöst. Da nun freier Gerbstoff im Thee vorhanden ist, so muſs das Theïn als gerbsauer darin enthalten seyn. In dieser Gestalt findet es sich auch im heiſsen Thee-Aufguſs; beim Erkalten schlagen sich aber der Gerbstoff und das gerbsaure Theïn zum gröſsten Theil wieder nieder. In einem kalten Thee-Aufguſs ist also kein Theïn enthalten. Aus dem Bodensatz eines erkalteten Thee-Aufgusses kann man auch, durch Kochen mit Magnesia u. s. w., das Theïn darstellen.

Eine

Eine Analyse mit ziemlich reinem krystallisirtem Theïn hat Folgendes ergeben. Bei gewöhnlicher Temperatur einige Tage der Winter-Atmosphäre ausgesetzt, und sodann ohne Erwärmung getrocknet, verloren 1,754 Grm. bei 120° C. an Krystallwasser 0,128. — Ein Gramm von ganz reinem Theïn, das 24 Stunden unter der Luftpumpe gehalten und von aller Feuchtigkeit befreit worden war, verlor bei 120° C. an Krystallwasser 0,0744. Hienach hat man also:

	I.	II.
Theïn	92,765	92,560
Krystallwasser	7,235	7,440
	100,00	100,00.

Mit 100 Theïn sind demnach verbunden 8,038 Wasser, worin 7,145 Sauerstoff.

Aus Aether in feinen Nadeln krystallisirt, besitzt das Theïn *kein* Krystallwasser. 1,985 Grm. solcher Nadeln verloren, nachdem sie zuvor der atmosphärischen Luft ausgesetzt worden, bei 120° C. nur 0,015 Grm., was also hygroskopisches Wasser war. Merkwürdig ist, dafs man aus *Wasser* kleine *wasserfreie* Nadeln, zu Röschen gruppirt, krystallisirt erhält, wenn man in eine concentrirte wäfsrige Auflösung des Theïns einige kleine, aus Aether angeschossene Theïnkrystalle legt. In demselben Gefäfs und aus derselben Flüssigkeit bilden sich hernach, an anderen Stellen des Gefäfses abgesetzt, farblose Theïnkrystalle *mit Krystallwasser.*

Zur Bestimmung des Kohlen- und Wasserstoffgehalts gebrauchte ich mehrmals umkrystallisirte, sehr grofse, säulenförmige, durchaus farblose Krystalle. Das wiederholte Umkrystallisiren ist um so nöthiger, als ich mich überzeugt habe, dafs das Theïn sehr verschiedene Krystallformen annimmt, und in diesen zuweilen fremdartige Substanzen aus der Auflösung mit einschliefst, was sich durch das äufsere Ansehen nicht zu erkennen giebt.

I.	0,4666, bei 120° C. getrockn., gab.	0,8469	Kohlens.
II.	0,7516 - - - - -	1,3620	-
III.	0,3935 - - - - -	0,1943	Wasser
IV.	0,3450 - - - - -	0,1630	-

Hienach ist also der Gehalt an

Kohlenstoff	50,187	50,107
Wasserstoff	5,486	5,250.

0,5 Grm., bei 120° C. getrocknet, lieferten hinsichtlich des Stickstoffs folgende Resultate. — Atmosphärische Luft *vor* dem Versuch in der Röhre und Glocke, bei 756^{mm},6 und 17° C. =73+113=186 Kubikcentimeter [1]). — Atmosphärische Luft und Stickgas *nach* dem Versuch bei 757^{mm},4 und 17° C. =73+231,5 =304,5 C.C. — Also Stickgas bei 0° und 760 Millm. in 0,5 Grm. =112,47 C.C., folglich in 1,0 Grm. =224,94 C.C. oder 28,52 Gewichtsprocente.

Hienach ist also die Zusammensetzung des Theïns:

Stickstoff	28,520	
Kohle	50,187	50,107
Wasserstoff	5,486	5,250
Sauerstoff [2])	15,807.	

Die Sauerstoffmenge im Krystallwasser verhält sich also zu der im Theïn ungefähr wie =2 : 1.

Wenn wir nun das Theïn-Atom als verbunden mit 2 At. Krystallwasser berechnen, so wird sein Atomgewicht =2798.

Hienach ist also die Zusammensetzung des Theïns:

1) Damals gebrauchte ich noch nicht Stickgas, statt atmosphärischer Luft, zur Füllung des Apparats.

2) Frühere Analysen gaben weniger Sauerstoff und Kohlenstoff; sie wurden indeſs mit perlmutterglänzenden Krystallblättchen angestellt, die fremdartige Substanzen einschlieſsen. Rein ist das Theïn nur dann, wenn man es in silberweiſsen, dünnen, strahlig gruppirten Krystallen erhält; solche wurden zu dieser Analyse angewandt. Zuweilen schieſsen aus einer dunkelgefärbten Auflösung reine Krystalle an, und andererseits aus einer ziemlich reinen Auflösung unreine Krystalle. Wovon dieſs abhänge, ist noch ungewiſs.

N	9 At.	796,662	29,26
C	18 -	1375,866	50,53
H	24 -	149,755	5,50
O	4 -	400,000	14,71
1 At. Theïn		=2722,283	100,00.

Leitet man Salzsäuregas über wasserfreies Theïn, so verbindet es sich damit. 1,0746 Grm., bei 120° C. getrocknet, nahmen 0,3275 Grm. oder 32,82 Proc. auf. Hienach wird das Atomgewicht des Theïns =1387×2 =2774.

Zu diesem Versuche gebrauchte ich sehr grofse Krystalle. Leitet man hernach atmosphärische Luft über dieselben oder erwärmt man sie, so wird Salzsäure ausgetrieben. 2,079 Grm. eines mit Salzsäuregas gesättigten Theïns, eine Viertelstunde bis 120° C. erwärmt, verloren 0,480 Grm. Salzsäure, in der folgenden Viertelstunde noch 0,104 Grm. Eine andere Portion eines mit Salzsäuregas gesättigten Theïns wurde in Wasser gelöst; diese Auflösung reagirte stark sauer, und aus derselben schossen Krystalle an, welche sich bei näherer Untersuchung als reines Theïn ergaben.

Es ist merkwürdig, dafs das Theïn überhaupt so wenig Neigung hat, sich mit Säuren zu verbinden; mit Schwefel-, Phosphor-, Salpeter-, Essig-, Wein- und Kleesäure versuchte ich diefs vergebens. Im verdünnten Zustande lösen diese Säuren das Theïn, die Klee- und Weinsäure langsam, die anderen schnell. Wein-, Klee- und Borsäure setzen sich beim Abdampfen an den Seiten in weifsen Rinden ab, die nur wenig Theïn enthalten, und noch dazu durch wiederholtes Umkrystallisiren ganz davon befreit werden können; in der Mitte des Gefäfses setzen sich dagegen nadelförmige Krystalle von reinem Theïn ab. Man kann aus starken Säuren eben so schöne Theïnkrystalle erhalten als aus Wasser; wenigstens erhielt ich aus Phosphor-, Bor-, Chlorwasser-

stoff-, Schwefel- und Kleesäure die reinsten Krystalle von wasserhaltigem Theïn. Meiner Meinung nach steht das Theïn in einer Reihe mit dem Narcotin und ähnlichen Körpern.

Die Wirkung des Theïns auf Thiere habe ich nur durch einen Versuch erforscht. Einem Kaninchen wurde Abends 6½ Uhr 0,5 Gran eingegeben. Es blieb den ganzen Abend wohl, wollte jedoch am folgenden Tag nicht fressen, und safs unbeweglich mit gekrümmten Rükken und eingezogenem Bauche. Diefs dauerte bis zum Mittag des zweiten Tages, da ein Abort von 2 Foetus, die 2 Centim. Länge hatten, erfolgte. Nachher war das Thier wohl. Es wäre der Mühe werth, diefs näher zu untersuchen.

(Schlufs im nächsten Heft.)

XX. *Ueber das Atomgewicht des Theïns; von G. J. Mulder.*

(Späterer Nachtrag zur vorstehenden Abhandlung.)

Berzelius theilte mir die Vermuthung mit, dafs das Theïn wohl Coffeïn seyn könne, da letzteres, nach Liebig, aus $N^2C^4H^5O$ besteht, und damit die procentische Zusammensetzung des Theïns, wie sie aus meiner Analyse hervorgeht, besser übereinstimme, als mit der Formel, die ich für das Theïn aus dessen Wassergehalt abgeleitet habe. Er glaubte, dafs der von mir bestimmte Wassergehalt keinen gröfseren Unterschied mit dem für das Coffeïn aus dessen Formel hergeleiteten ergebe, als bei solchen Versuchen immer der Fall sey. Er rieth mir deshalb das gerbsaure Theïn zu analysiren, weil es glaublich sey, dafs daraus und aus dem Atomgewicht des Theïns, nach dem Wassergehalt bestimmt, die wahre Zusammen-

setzung des Theïns controlirt werden könne. Er glaubte auch, dafs zu diesem Behufe das Theïn der Gerbsäure hinzugefügt werden müsse, und nicht umgekehrt.

Eine wäfsrige Auflösung von reinem Theïn wurde mit reiner wäfsriger Auflösung einer nach Pelouze's Methode bereiteten Gerbsäure gefällt. Es bildete sich ein reichlicher weifser Niederschlag von gerbsaurem Theïn, jedoch häufte sich ein grofser Theil der Gerbsäure auf dem Boden zusammen.

Es wurde also, nach Berzelius's Vorschlag, Gerbsäure mit Theïn gefällt. Es bildete sich ein schön weifser Niederschlag, ohne Anhäufungen auf dem Boden des Gefäfses. Ich fügte Theïn in Ueberschufs hinzu, und brachte dann den Niederschlag auf's Filter. Die Flüssigkeit ging indefs nur langsam durch, so dafs dieselbe nur einige Male mit Wasser ausgesüfst werden konnte. Das Filter wurde getrocknet, mit Alkohol ausgezogen, der Alkohol abgedampft und das gerbsaure Theïn bei 100° C. getrocknet. Es blieb an einer geborstenen, wenig gefärbten Masse 0,487 zurück.

Das gerbsaure Theïn wurde in Alkohol gelöst, und mit einer wäfsrigen Lösung von neutralem essigsauren Bleioxyd versetzt. Es entstand ein reichlicher weifser Niederschlag von gerbsaurem Bleioxyd, welcher auf ein gewogenes Filtrum gebracht und gewaschen wurde. Das Waschwasser lief ganz klar durch, so dafs alle Gerbsäure gefällt und mit Blei verbunden auf dem Filter blieb.

Das bei 100° C. getrocknete gerbsaure Bleioxyd wog 0,713; mit dem Filter verbrennt, hinterliefs es 0,433, wovon 0,133 Blei und 0,013 Asche des Filters waren. Diefs giebt also an:

Bleioxyd	0,287
Blei + Sauerstoff	0,1432
Bleioxyd	0,4302
Gerbsäure	0,2828
Gerbsaures Bleioxyd	0,7130

In dem angewandten 0,487 gerbsauren Theïn sind also:

Gerbsäure	0,2828
Theïn	0,2042
Gerbsaures Theïn	0,4870.

Hienach ist das Atomgewicht des Theïns =1946 wenn man das der Gerbsäure =2695,71 annimmt.

Das erhaltene gerbsaure Bleioxyd ist jedoch nicht das neutrale Salz, welches 34,21 Proc. Bleioxyd enthält, vielmehr ist es ein basisches Salz, bestehend aus 1 At. Gerbsäure und 3 At. Bleioxyd.

Es waren demnach 3 At. Theïn mit 1 At. Gerbsäure verbunden, und folglich ist das Atomgewicht des Theïns $=\frac{1}{3}\times 1946 = 648{,}7$. Das Atomgewicht des Coffeïns ist =613,983.

Die Zusammensetzung des Theïns, wie solche S. 178 mitgetheilt, ist also, verglichen mit der des Coffeïns, folgende:

	Theïn.	Coffeïn.	At.
Stickstoff	28,520	28,83	2
Kohlenstoff	50,187	49,79	4
Wasserstoff	5,486	5,08	5
Sauerstoff	15,807	16,03	1

Theïn ist also Coffeïn. Diese Entdeckung hat man Hrn. Berzelius zu danken.

In dem erwähnten drittel-gerbsauren Theïn sind mit 100 Th. Gerbsäure 72,22 Theïn verbunden. Diese enthalten, nach der Formel, 11,5 Sauerstoff; $\frac{1}{3}$ davon ist 3,8 oder $\frac{1}{12}$ von 44,64, dem Sauerstoffgehalt von 100,

Gerbsäure. Im Theïn und Coffeïn ist also 1 At. Sauerstoff gegen 12 Atome in der Gerbsäure, Im krystallinischen Theïn ist also $\frac{1}{2}$ At. Wasser, während 1 At. trocknen Theïns sich mit $\frac{1}{2}$ At. Salzsäuregas verbindet und ein Atomgewicht giebt, welches mit dem oben S. 182 erwähnten übereinstimmt.

XXI. *Modification der Argand'schen und der gewöhnlichen Weingeistlampe; von J. B. Batka in Prag.*

(Hiezu Taf. I Fig. 5 bis 7)

Eine gute Weingeistlampe gehört unstreitig zu den wichtigsten Bedürfnissen eines Chemikers, und jedes Laboratoriums, welcher Art es auch sey. Die Mängel aller unserer jetzt gebräuchlichen Lampen lernte ich sowohl aus eigener Erfahrung, als auch aus den Mittheilungen der mir befreundeten Chemiker und Pharmaceuten kennen, und bemühte mich, bei dem Baue neuer Lampen, denselben abzuhelfen. Hierbei nahm vorzüglich die Argand'sche Messinglampe meine Aufmerksamkeit in Anspruch, als diejenige, welche dem umfangsreichsten Gebrauche unterworfen ist. Die Erfahrung beweist, daſs eine weich gelöthete Messinglampe bei längerem Gebrauche, oder bei Anwendung ihrer Flamme zu höheren mehrstündigen Hitzgraden und zum Ausglühen, allmälig so stark erwärmt und endlich erhitzt wird, daſs der Weingeist zum Kochen kommt und die Löthung schmilzt, wodurch die Lampe schadhaft und unbrauchbar wird. Ueberdieſs ist bei den gewöhnlichen Argand'schen Weingeistlampen die Stellschraube und der den Docht führende Steig oft, und vorzüglich bei Anwendung höherer Hitzgrade, dem Ueberdrehen, Loslöthen und Brechen unterworfen, wodurch alle diese Lampen so häufiger Reparaturen bedürfen.

Den Uebelständen durch Löthung und dem Gebrauch des Steiges zu begegnen, habe ich hartgelöthete Lampen anfertigen lassen, welche in Bezug ihrer Dauerhaftigkeit jeder Hinsicht entsprachen. Neue Uebelstände führten sie aber ebenfalls herbei, indem sie Behufs der Hartlöthung aus doppelt so dickem Bleche denn früher gefertigt werden mufsten, wodurch eine gröfsere Leitungsfähigkeit für Wärme herbeigeführt, der Weingeist oft in's Kochen gerieth, ja selbst explodirend sich entzündete, und die Arbeit dadurch oft gerade in den wichtigsten Momenten auf die unangenehmste Weise unterbrochen und gestört wurde. Jeder practische Chemiker wird Eins oder das Andere im Laufe seiner Arbeiten erfahren haben, daher auch bei den bisher bekannt gewordenen schätzbaren Verbesserungen der Argand'schen messingenen Weingeistlampen denn noch immer manches zu wünschen übrig blieb, und diesen Wünschen entgegenkommend, suchte ich eine neue Lampe zu construiren, welche, während längerem Gebrauche, sich als zweckthunlich bewährte.

Beschreibung der Messing-Glühlampe.

(S. Fig. 5. a. Seitenansicht, Fig. 6 Oberansicht.)

Der Weingeistbehälter *AA* ist von gewöhnlicher Gestalt, und besitzt bei *B* das Berzelius'sche Nachfüllrohr mit Pfropf, und einen Welter'schen Trichter *K* für die Höhe des Weingeistes, die bei diesen Lampen genau beobachtet werden mufs. Der Zuflufs zu dem Brenncylinder *C* oder Dochthalter wird, nach Art der Sine-Umbra-Lampen, mittelst zweier Röhrenarme *DD* bewerkstelligt, und statt dafs die Zahnstange mit dem Dochtträger, gleich bei den bisherigen Lampen, sich in einem angelötheten Behältnifs bewegt, dadurch die Erwärmung der Lampe bewirkt und schwerer zu repariren ist, weil die Bewegung innerhalb der Flüssigkeit geschieht, dreht sich bei meiner Lampe der Docht, nach der von

mir bereits bei der Fuchs'schen Lampe [1]), angewendeten Art, mittelst Stift und Schraubenwinde; da die Fuchs'sche Lampe aber keinen Glühring trägt, so ist die Bewegung des Dochtträgers frei; bei der hier gegebenen Abänderung hindert aber der Glühring die Bewegung des Dochtträgers, welche überdiefs bei lange fortgesetztem Glühen durch hohe Erwärmung unmöglich gemacht wird. Um daher den Docht, und mittelst desselben die Flamme und ihre Regulirung, vollkommen in die Willkühr des Arbeiters zu legen, habe ich die Bewegung des Dochtes mittelst einer Kurbel *H* und der ewigen Schraube *G*, welche das am äufsersten oberen Cylinder *E* des Dochtträgers befindliche Kammrad *F* bewegt, erzielt. Diese Bauart des Dochtträgers gewährt alle Vortheile der Festigkeit und Dauer, während durch die horizontale Bewegung desselben, mittelst Kurbel *H* und ewiger Schraube *G*, das Vergröfsern und Verkleinern oder Verlöschen der Flamme dem Bedürfnisse des Arbeiters anheim fällt. Um aber die Gestalt der Flamme auch noch der Willkühr des Arbeiters zu unterwerfen und ihre Intensität zu erhöhen oder zu vermindern, habe ich an dem centralen Luftzuge des Argand'schen Dochtträgers *C* eine excentrisch befestigte Platte oder Blende *I* angebracht, welche mit verschieden grofsen Oeffnungen versehen ist, um mehr oder minder Luft in die Flamme zu führen.

Der gebräuchliche einfache Glühring erhitzt sich sehr stark, und theilt durch seine unmittelbare Verbindung mit der inneren Wand des Weingeistbehälters *A* dieser Flüssigkeit seine Wärme mit. Diesem Uebelstande und seinen Folgen wird durch einen doppelten Glühring *MN* abzuhelfen gesucht. Die äufsere Wand *M* dieses Glühringes ist wohl mit der Lampe, nicht aber mit der Flamme in Berührung, und die innere Wand *N* mit der äufse-

1) Verbesserung der Fuchs'schen Lampe, Buchn. Repert. Bd. XXV S. 57.

ren nur an ihrem obersten Theile durch drei einfache Stifte $O\,O\,O$ verbunden, welche ihr hinreichende Festigkeit gewähren, aber wenig Wärme mittheilen. Zwischen beiden Wänden befindet sich der Raum R, welcher mit Luft, als schlechtem Wärmeleiter, gefüllt ist, die durch die Erhitzung der inneren Glührohrwand N fortwährend erneuert wird. Der Dochtcylinder wird, wie bei der gewöhnlichen, mittelst eines mit Stiel und Griff versehenen Pappdeckels geschlossen. Die Lampe hat ferner, gleich der gewöhnlichen, an ihrem Untertheil zwei Messinghülsen $Q\,Q$ zur bekannten Befestigung an der Gabel des Trägers, die aber hier noch für zwei Füſse zum Einschieben (Fig. 5, 6) P benutzt werden, um die Lampe sowohl mit als auch ohne Träger gebrauchen und wo immer hinstellen zu können.

Die einfache Argand'sche Glaslampe.

(Taf. I Fig. 7.)

Diese wird aus der gegebenen Zeichnung leicht erklärlich werden, indem ich einer gewöhnlichen Glasweingeistlampe A einen hohlen, von den Boden ausgehenden in den Hals B oder über ihn reichenden Dochtträger $C\,C$ gab, wodurch ein centraler Luftzug und eine viel vollkommnere Verbrennung herbeigeführt wird, welches den Vorwurf über den Verbrauch der hiezu nöthigen hohlen, conischen, etwas kostspieligeren Dochte E widerlegt und die gröſsere Auslage deckt, indem dieselben aus obiger Ursache nur sehr selten erneuert zu werden brauchen. Sie wird ebenfalls mittelst einer aufgeriebenen Glaskappe D geschlossen.

XXII. *Notiz über verschiedene elektrische Erscheinungen; von Hrn. Sellier.*

Der erste, rein historische Theil der Notiz des Herrn Sellier betrifft die Versuche der Physiker, welche Töne mit Hülfe der Elektricität hervorgebracht haben. Dann schreitet der Verfasser zu den Verfahrungsweisen von seiner Erfindung, welche ihm dasselbe Resultat gaben. Hr. Sellier findet, daſs man nur die Spitze eines elektrischen Magneten sanft auf eine Fensterscheibe zu setzen brauche, um diese zum Ertönen zu bringen (?). Bringt man eine vollkommen polirte Nähnadel, aufgehängt an einem Haar, in eine Eprouvette, gefüllt mit einer sauren Auflösung von schwefelsaurem Kupferoxyd, so platzt das Glas, selbst nachdem die Nadel herausgezogen und die Flüssigkeit ausgegossen worden ist (?). Sehr schwache Ströme von gewöhnlicher Elektricität werden hörbar mittelst eines Strohhalms, der auf eine Trommel von sogenanntem Pflanzenpapier gestellt worden ist (?).

Wir (die Commissäre der Academie: Savart, Becquerel und Savary) berichten wörtlich einen letzten Versuch des Hrn. Sellier, bei dem von keinem Ton oder Geräusch die Rede ist, welcher aber deſsungeachtet die Aufmerksamkeit der Physiker zu verdienen scheint.

Bestreut man eine vibrirende Platte mit einem kieselerdigen Pulver, so bleibt dieses auf den Knotenlinien liegen. Das Umgekehrte geschieht, wenn man sehr fein gepülvertes Kolophon anwendet; alsdann werden die Knotenlinien entblöſst und die schwingenden Theile bedekken sich mit dem Harz. Betrachten wir achtsam diesen letzteren Versuch: Die Knotenlinien ziehen das Glaspulver an, das sich unter Herumwirbeln daselbst anhäuft. Dieselben Linien entblöſsen sich beim Kolophon, wel-

ches sie herumwirbelnd flieht, während die intermediären Durchschnitte (die Bäuche) dasselbe festhalten. Diese letzteren besitzen also positive Elektricität und die ersteren negative. Daraus die, wie es scheint, strenge Folgerung: In einem tönenden Körper zerlegt sich die Elektricität. (*Compt. rend. T. VI p.* 48.)

XXIII. *Ueber die Lappländische Tundra.*

(Aus K. E. v. Baer's Berichten über seine Reise nach Nowaja-Semlja im Sommer 1837, in dem *Bulletin scientifique* der Petersburger Academie.)

— Wir hatten lange genug an den *Winterbergen* (unter 65° 20′ N. an der Ostküste des weifsen Meeres) verweilen müssen, um uns das Bild dieser Gegend recht lebendig einzuprägen. Um so tieferen Eindruck machte es auf uns, als wir endlich, nach kurzer Ueberfahrt, an der Südküste von Lappland bei Pjalitsa (66° 10′ N.) landeten, und wie durch Zauber in eine andere Welt uns versetzt sahen. Vom Strande erhob sich auf 80 bis 120 F. ein grüner, nach Süden gerichteter Abhang, der in der geringsten Einbucht noch kleine Schneemassen in den ersten Tagen des Julis zeigte, statt des Waldes nur Weidenbüsche trug, und durch viele neue Pflanzen (zwei *Phaca*-, drei *Pedicularis*-Arten, *Viola biflora, Bartsia alpina*, eine *Gentiana*) von den bisher besuchten Küsten des weifsen Meeres sich auszeichnete. Was sich von früheren Pflanzen hier wieder vorfand, hatte sich auffallend verkürzt. Aber erst als wir den Abhang vollständig erstiegen hatten, schlofs sich die andere Welt unseren Blicken auf. Ein Meer von Flechten, nicht zahlreich an Arten, doch unzählbar an Individuen, dehnte sich vor uns aus, so weit das Auge reichte, und schien die eingeschlossenen Pflanzen höherer Bildung auch näch-

stens verdrängen zu wollen. Selbst der Wachholder, dessen Gedeihen bei uns als Zeichen eines dürren Bodens gilt, hatte hier ein krankes, gelbgrünes Ansehen. Einzelne zerstreute grüne Büsche von kreisförmigen Umfang erwiesen sich bei näherer Betrachtung als krummholzförmige Birken, deren Breite zuweilen das Dreifache ihrer Höhe betrug.

Für diese Flechtenwüsten haben die Sprachen südlicher Völker keinen Namen. Die finnischen bezeichnen sie mit dem Worte *Tuntur* oder *Tundra*. Tundern heifsen aber bekanntlich nicht blofs die Flechtenplätze, sondern überhaupt baumlose Flächen, die in hiesiger Gegend nicht mit Gras, sondern mit Kryptogamen bewachsen sind, entweder mit Flechten oder Moosen, und dann vorzüglich mit Sphagnum und Polytrichum. So kann man trockne und nasse Tundern unterscheiden. Die trockne Tundra wird aber von Zeit zu Zeit von Streifen der nassen Tundra, wie von Adern durchzogen, denn überall, wo das Schneewasser abfliefst, den Boden einreifst und durchweicht, wechselt schwappendes Mooslager, in welches man oft bis an's Knie einsinkt, und wo man, aufser einigen Seggen und Rubus Chamaemorus, wenig andere Pflanzen findet, mit dem dürren Boden der Lichenen. So kann man Lappland mit Recht das Land der Flechten und Moose nennen. Wo der Boden während des Sommers austrocknet, da erzeugen sich Flechten, wo er feucht bleibt, Moose, und umgekehrt scheint der Ueberzug von Flechten den Boden noch mehr auszutrocknen (denn er bildet eine Art von trocknem Torf) und der Ueberzug von Moosen ihm die Feuchtigkeit länger zu bewahren. Der Flechtenboden erhitzt sich, wie Wahlenberg sagt, im Sommer so sehr, dafs er fast die Füfse der Wanderer verbrennt. Offenbar schien es mir, dafs Flechten und Moose mit der übrigen Vegetation in fortgehendem und immer siegreichem Kampf begriffen sind, wie, wenn zwei Völker in demselben Lande

ansässig sind, von denen aber das eine mehr Hülfsmittel zur Existenz hat, das andere dann allmälig verkümmert und ausstirbt. Diese Ueberzeugung drängte sich mir besonders entgegen, als ich einen Wald, der das Gesichtsfeld zu begränzen schien, näher untersuchen wollte. Nicht nur löste er sich bei gröſserer Nähe in einzelne Bäume auf, die auf einem ausgetrockneten Boden standen, auf dem die Flechten schon zu wuchern anfingen, sondern die vordersten Reihen waren schon längst abgestorben, und ihre weiſsen, abenteuerlich verdrehten und knorrigen Stämme erschienen wie Mumien der Vergangenheit. Dann folgten Bäume, die, etwas mehr gerade gerichtet, noch an einigen Aesten grünten, bis allmälig der Baum seine gerade Richtung annahm, und auf dem Boden ein dünner Graswuchs, von Ranunkeln und Trollius etwas verziert, sich zeigte. Nach Durchwanderung dieses trauernden Gehölzes erhob sich der Boden terrassenförmig, aber diese Terrasse war von einer dicken Lage schwappenden Mooses bedeckt, weil von noch höheren Gegenden das Schneewasser fast durch die ganze Breite der Terrasse abfloſs, die nur seitlich mehr erhöht war, und dort gesundere Baumgruppen als die bisher gesehenen trug. So folgten noch mehrere Terrassen auf einander. Immer glaubte ich einen trocknen Wiesenboden zu finden, wenn ich den nächsten Abhang hinauf gestiegen seyn würde, und immer fand ich nur neue Moosflächen, von *Rubus chamaemorus* und *Vaccinium uliginosum* durchwachsen. Die etwas über die übrige Fläche erhabenen Punkte trugen Waldparthien, in denen der Baumwuchs allmälig an Kräftigkeit zunahm. Fügt man noch hinzu, daſs in der Nähe der kleinen Flüsse oder an anderen, wasserreich sich erhaltenden Stellen niedriges, aber oft undurchdringlich dichtes Weidengestrüpp sich bildet, so hat man ein allgemeines Bild der gesammten Küstengegend des russischen Lapplands.

XXIV. *Ueber die Bodentemperatur von Jakutsk. Aus einem Schreiben des Hrn. K. E. v. Baer an Hrn. A. v. Humboldt.*

Petersburg, am 9. Dec. 1837.

— Es wird Sie interessiren, zu erfahren, dafs das Bodeneis bei *Jakutsk* jetzt durchgraben zu seyn scheint. Es ist nämlich kürzlich an den Admiral Wrangell die Anzeige gekommen, dafs ein dortiger Kaufmann Schergin, welcher schon lange in diesem Eise graben liefs [1]), zuerst um einen Brunnen zu gewinnen, dann aber um seine Wifsbegierde zu befriedigen, am Schlufs des vorigen Winters den Boden weich gefunden hat, und dafs er, nachdem eine Tiefe von 54 Saschen 2 Arschin oder 382 Fufs engl. Maafs erreicht ist, nun nicht mehr wagt, ohne Zimmerung weiter zu graben. Auf dem jetzigen Boden dieses Brunnens oder Schachtes fand er die Temperatur des Bodens, in welchen ein Thermometer eingesenkt wurde, $-\frac{1}{2}°$ R., nachdem sie höher oben bedeutend kälter gewesen war, bei 77 Fufs $-5°,5$, bei 119 Fufs $-4°$, bei 217 Fufs $-2°$, bei 43 (wohl 243?) Fufs $-1°,5$. Wahrscheinlich ist das Resultat der letzten Messung zu niedrig ausgefallen, denn da man nur im Winter arbeitet und der Schacht $3\frac{1}{2}$ Arschin im Quadrat Weite hat, so wird wohl die kalte äufsere Luft in den Schacht einsinken und dessen Wände abkühlen. Auch hatte der Boden schon bei 51 Saschen (357 Fufs engl.) seine Festigkeit verloren. — Dieser Hr. Schergin hat ein vollständiges Journal über seinen Bau nebst Proben des gefundenen Gesteins eingeschickt, und Hr. v. Helmersen hat über beide der Academie ein kleine Abhandlung eingereicht.

1) Annalen, Bd. XXVIII S. 630.

Sollte es nicht sehr belehrend seyn, jetzt weiter zu graben, um an dieser Stelle unter dem Bodeneise die allmälige Zunahme der Temperatur zu erproben und genau zu messen. Ich hoffe, dafs die Academie diese Arbeit übernehmen wird.

Dafs die Nivellirung des Kaspischen Meeres beendet, und das Niveau desselben nach einer vorläufigen Berechnung 94,9 Par. Fufs niedriger als das Niveau des schwarzen Meeres gefunden ist, werden sie schon aus den Zeitungen erfahren haben.

XXV. *Zu- und Aufgang des Hudsonflusses bei Albany (42° 39′ 3″ N. und 73° 44′ 49″ O. Greenw.) im Staat New-York. (Etwa zwischen der Breite von Rom und Livorno!!).*

Geschlossen oder Verstopft durch Eis.	Offen oder vom Eise frei.	Dauer der Belegung mit Eis.
1817 Dec. 7	1818 März 25	108 Tage
1818 - 14	1819 Apr. 3	110 -
1819 - 13	1820 März 25	102 -
1820 Nov. 13	1821 - 15	123 - [1])
1821 Dec. 13	1822 - 15	92 -
1822 - 24	1823 - 24	90 -
1823 - 16	1824 - 3	78 - [2])
1825 Jan. 5	1825 - 6	60 -
1825 Dec. 13	1826 Febr. 26	75 -
1826 - 24	1827 März 20	86 -
1827 Nov. 25	1828 Febr. 8	50 ungefähr [3])
1828 Dec. 23	1829 Apr. 1	100 Tage
1830 Jan. 11	1830 März 15	63 -
1830 Dec. 23	1831 - 15	82 - [4])
1831 - 5	1832 - 25	111 -
1832 - 21	1833 - 21	83 - [5])
1833 - 13	1834 Febr. 24	73 -
1834 - 15	1835 März 23	100 - [6])
1835 Nov. 30	1836 Apr. 4	125 -

(*American Almanac f.* 1837.)

1) Dieser Winter, und die 1740 bis 1741, 1764 bis 1765 und 1779 bis 1780 waren die vier einzigen in einem Jahrhundert, in welchen der Hudson bei New-York (40° 42′ 40″ N. und 74° 1′ 8″ O. Grw.) zufror.

2) Am 11. Jan. 1824 war der Flufs vom Eise frei und blieb es einige Tage.

3) Mehrmalige Aufthauung in diesem Winter. Am 21. Dec. zum zweiten Male geschlossen.

4) Am 10. Jan. 1831 abermaliges Zufrieren, nach Aufthauung durch heftigen Regen.

5) Aufgehend 3. Jan., wieder zufrierend 11. Jan.

6) Am 17. März, der Stadt gegenüber frei vom Eise.

1838. ANNALEN No. 2.
DER PHYSIK UND CHEMIE.
BAND XXXXIII.

I. *Untersuchungen über Elektricität, mit besonderer Rücksicht auf die Theorie der galvanischen Kette; von P. S. Munck af Rosenschöld in Lund.*

1) Ueber Jäger's trockene Säulen.

Doctor Jäger in Stuttgart hat im Jahre 1815 die Resultate verschiedener Versuche über das Verhalten der trockenen elektrischen Säulen bekannt gemacht, welche, dem Anscheine nach, mit Volta's Princip der Durchleitung der Elektricität nicht vereinbar sind [1]). Jener Gelehrter wandte nämlich als Zwischenkörper nichtleitende Stoffe, wie Firnifs, Seide, Glas, an, welche, da sie von Feuchtigkeit so viel als möglich befreit waren, mit Platten von Zink und Kupfer wirksame Säulen lieferten. Hier scheint keine Durchleitung stattfinden zu können, vorzüglich da sich die beiden Seiten des Zwischenkörpers mit entgegengesetzten Elektricitäten laden lassen. Jäger hat daher nach dem Princip der Vertheilung eine eigene Theorie der trockenen Säulen aufgestellt, welche er sogar auf die gewöhnlichen nassen Säulen in Anwendung zu bringen sucht. Diese Vertheilungstheorie Jäger's, obgleich sie bei genauerer Erwägung mit sich selbst im Widerspruch steht, hat doch unter den Physikern so viel Beifall gefunden, dafs ich es der Mühe werth achtete, diesem Gegenstande eine eigene Untersuchung zu widmen. Ich habe deswegen die vorzüglichsten Versuche Jäger's wiederholt, und theile die Resultate meiner Un-

1) Gilbert's Annalen der Physik. Band XLIX Seite 47. — Band LII Seite 81.

tersuchung hier mit, um so eher, weil ich auf einige nicht uninteressante Eigenheiten der Elektricitätsleitung dünner Körper gestoſsen bin.

Bei den Versuchen, deren Resultate hier folgen, wandte ich meistens plangeschliffene Platten von Zink und Kupfer, zwei Zoll im Durchmesser, an, die durch Firniſs, geschmolzenes Harz, oder trocknes Papier getrennt wurden. Um das Verhalten solcher Plattenpaare mittelst des Condensators bei verschiedenen Temperaturen bequem prüfen zu können, richtete ich mir ein eigenes Gestell ein, das ich hier beschreiben will. Zu diesem gehörte ein metallener Ring, acht Zoll im Durchmesser, welcher, damit er auf dem Tische in passender Höhe wäre, auf einen neun bis zehn Zoll hohen Dreifuſs gestellt wurde. Ein anderer, fünf Zoll weiter Ring, der inwendig mit Kupferdraht durchflochten war, wurde vermittelst seidener Schnüre mit dem vorigen so verbunden, daſs die Mittelpunkte beider Ringe zusammenfielen. Auf den Kupferdraht des innern Ringes, der durch die Seide isolirt war, wurde das Plattenpaar mit seiner Kupferseite gelegt, und vermittelst einer darunter gestellten beweglichen Spirituslampe erhitzt. Um die Verbindung der Platten mit dem Condensator zu vermitteln, wurden zwei Kupferdrähte, von denen der eine mit dem Kupferdrahte des innern Ringes verbunden war und der andere die obere Zinkplatte berührte, durch einen auf der Peripherie des äuſsern Ringes befestigten Träger von Siegellack isolirt. Vermittelst der beiden hervorragenden Enden der Kupferdrähte konnte entweder die untere Kupferplatte oder die obere Zinkplatte mit der kupfernen Collectorplatte des Condensators, die an einen voltaischen Elektrometer geschraubt war, in metallische Berührung gesetzt werden. Im ersten Falle wurde die Zinkplatte mit einem Stücke Zink und im zweiten der Kupferdraht des innern Ringes ableitend berührt. Daſs in beiden Fällen die obere Platte des Condensators mit

der Erde in Verbindung gesetzt wurde, bedarf wohl keiner Erwähnung. Die leitende Eigenschaft des heifsen Luftstromes fand ich, bei den schwachen Spannungen, die hier zum Vorschein kamen, von keinem schädlichen Einflusse und ich hatte daher nicht nöthig, die Lampe während der Ladung des Condensators zu entfernen. Die Temperatur wurde durch Berührung der ebenen Platte mit einem Tropfen Wasser, Alkohol oder Aether, oder mit kleinen Stücken Harz oder Wachs so ziemlich bestimmt.

Gleich bei den ersten Versuchen, die nur mit gewöhnlichen, nicht geschliffenen Platten angestellt wurden, fand ich, dafs die dünne von aller Feuchtigkeit befreite Firnifs- oder Harzschicht die Elektricität öfters leitet und zwar auf eine doppelte Weise. Entweder ist ihr Leitungsvermögen nur sehr schwach, aber mit der Hitze zunehmend, oder sehr stark und bei steigender Temperatur eher ab- als zunehmend. Im ersten Falle ist der dünne Zwischenkörper, nach Volta's Eintheilung der Leiter, immer ein Leiter der *zweiten Klasse*, und im zweiten Falle ein Leiter der *ersten Klasse*. Man kann das Verhalten eines Plattenpaares in dieser Hinsicht durch den Condensator auf folgende Weise leicht prüfen. Zuerst lege man die Zinkplatte auf die Hand und verbinde die Kupferplatte mit der Collectorplatte des Condensators, während die andere ableitend berührt wird; nachher lege man die Kupferplatte auf die Hand oder auf eine leitende Unterlage, und setze die Zinkplatte mit der kupfernen Collectorplatte des Condensators in metallische Berührung. Ist der Zwischenkörper ein Leiter der *ersten Klasse*, so giebt der Condensator, nach Trennung der Platten, negative Elektricität an, die der Spannung zwischen Zink und Kupfer gleich ist, wenn das Zink, dagegen keine Spur davon, wenn das Kupfer unten liegt. Das Entgegengesetzte findet statt, wenn der Zwischenkörper ein Leiter *zweiter Klasse* ist. Man erhält durch

das erste Verfahren nur schwache, dagegen durch das zweite sehr starke Elektricität, die auch hier negativ ist. Die Ursache hiervon ist sehr leicht einzusehen, daſs ich sie zu erklären nicht nöthig habe. Die Erscheinungen waren dieselben, sowohl bei Anwendung von Schellack- oder Bernsteinfirniſs als bei Zwischenkörpern von Schellack oder Siegellack, womit die heiſsen Platten unmittelbar überzogen wurden. Ich überzeugte mich, daſs die Durchleitung der Elektricität von Feuchtigkeit nicht herrühren konnte, welches auch an sich unmöglich ist, in dem Falle, daſs der Zwischenkörper sich als Leiter der ersten Klasse verhält. Man ist daher zu der Annahme genöthigt, daſs die Durchleitung durch die eigene Substanz der dünnen Harzschicht vermittelt werde. Weil sich der harzige Zwischenkörper unter verschiedenen Umständen theils als Nichtleiter, theils als Leiter der ersten und theils als Leiter der zweiten Klasse verhält, war ich anfangs der Meinung, daſs diese Verschiedenheit nur auf seiner Dicke beruhen mochte, und stellte daher, um mich hierüber zu belehren, mehre Versuche mit den geschliffenen Zinkkupferplatten an. Zwar fand ich, daſs die Harzschicht, wenn sie sehr dünn war, sich fast immer als Leiter der ersten Klasse verhielt, aber es konnten in Bezug auf die Dicke keine Gränzen bestimmt werden, innerhalb denen der eine oder der andere Zustand der Leitung stattfand. Desto deutlicher fand ich, wie oben bemerkt worden, den Einfluſs der Temperatur.

Wenn zwei Platten von Zink und Kupfer mit Lack- oder Bernsteinfirniſs auf der einen Seite überzogen und mit den trocknen Firniſsschichten auf einander gelegt werden, findet kein Durchgang der Elektricität statt, es sey denn, daſs der Firniſs ungewöhnlich dünn wäre. Wird aber das Plattenpaar auf das Gestell gelegt und allmählig erhitzt, tritt plötzlich Leitung ein, sobald die Firniſsschichten nur ein wenig an einander zu haften anfangen. Die Art der Leitung läſst sich, wie oben gezeigt

worden, durch den Condensator beurtheilen. Wenn der Firnifs nur sehr dünn aufgetragen ist, verhält er sich mehrentheils wie ein Leiter der ersten Klasse, und behält sein Leitungsvermögen ungeschwächt auch bei gewöhnlicher Temperatur; wenn er aber eine dickere Schicht bildet, leitet er öfters mehr passiv, ungefähr wie Wasser oder eine Salzlösung, verliert aber nach dem Erkalten sein Leitungsvermögen gröfstentheils. Weil ein nach obiger Art eingerichtetes Plattenpaar, vor der Erhitzung, wie ein wirklicher Condensator anzusehen ist, so folgt, dafs der Widerstand des Ueberganges zwischen den Firnifsschichten eines Condensators die entgegengesetzten Elektricitäten sich zu vereinigen verhindere. Ganz anders verhält es sich, wenn der Firnifs nur ein einziges Continuum bildet. Der Beweis, welchen Jäger durch Vergleichung seiner Plattenpaare mit gewöhnlichen Condensatoren zur Bestätigung seiner Ansicht der elektrischen Säule angeführt [1]), ist daher nicht bündig; denn Jäger bediente sich solcher Platten, deren Firnifsschichten an einander klebten, und daher sind die Umstände in beiden Fällen einander nicht gleich. Bei einigen späteren Versuchen, bei welchen der Firnifs zwischen den heterogenen Metallplatten zwei nicht zusammenhängende Schichten bildete, giebt Jäger selbst zu, dafs seine Säule äufserst langsam unmittelbar auf das Elektrometer wirkte und einen Condensator gar nicht ladete [2]).

Wenn man die Platten unmittelbar mit geschmolzenem Schellack oder Siegellack überzieht, lassen sich die hierher gehörigen Erscheinungen noch besser beobachten. Ich pflege, nachdem das Harz durch die Hitze flüssig geworden ist, kleine Stücke trockener Seide oder Papier auf die eine Platte zu legen, und die harzigen Oberflächen beider noch heifsen Platten gegen einander zu

1) Gilbert's Annalen der Physik. Bd. XLIX S. 54.
2) Gilbert's Annalen der Physik. Bd. LII S. 87—88.

drücken. Bei dieser Vorsicht hat man gar nicht zu befürchten, dafs die Platten einander zu nahe rücken oder gar in Berührung kommen werden.

Wenn der harzige Zwischenkörper eines nach obiger Anweisung eingerichteten Plattenpaares nicht viel dicker als ein Kartenblatt ist, besitzt er gewöhnlich ein gewisses Leitungsvermögen, das doch unter verschiedenen Umständen sehr verschieden ist. Sind die Platten einander bis auf die Dicke eines dünnen Papiers nahe, so ist die Harzschicht gewöhnlich ein so starker Leiter der ersten Klasse, dafs der Condensator augenblicklich seine volle Ladung erhält. Sehr oft ist die Leitung so stark, dafs man glauben könnte, dafs die Platten einander wirklich berührten; denn selbst die schwächsten Ströme einer nassen galvanischen Kette gehen ungehindert hindurch [1]). Legt man eine gewisse Anzahl solcher Plattenpaare über einander auf die Zinkseite und setzt die

1) Man möchte vielleicht die Frage aufwerfen, warum Jäger ein so merkwürdiges Verhalten des harzigen Zwischenkörpers übersehen habe. Die Antwort findet man in einer Note in den Ann. der Physik Bd XLIX S. 49, wo Jäger sich so ausdrückt: »Es ist nicht ganz leicht zu verhüten, dafs die Platten an ihrer Harzfläche nirgends in metallische Berührung mit einander kommen, und sie dennoch so genau an einander zu bringen, dafs sie wirklich als Condensatoren wirken. Um mich von Beidem zu überzeugen, prüfte ich jeden dieser Condensatoren auf folgende Weise: Erst legte ich ihn mit der freien Seite seiner Kupferscheibe auf den kupfernen Collector eines guten Condensators, dessen Unterlage mit dem Boden in leitender Verbindung stand, berührte die freie Seite der Zinkscheibe ableitend, und hob, nachdem diefs geschehen war, den Collector isolirt hinweg. Zeigte dieser nun —E., so mufste die Zinkscheibe irgendwo in metallischer Berührung mit der Kupferscheibe stehen; dagegen fand, wenn der Collector 0E. zeigte, die verlangte völlige Isolirung beider Scheiben von einander richtig statt.« Hieraus ist also klar, dafs Jäger alle die Plattenpaare verworfen hat, deren Firnifsschichten Leiter der ersten Klasse waren, weil er glaubte, dafs die Platten in wirklicher metallischer Berührung wären. Eine solche wirkliche Berührung kann jedoch bei geschliffenen Platten, wie ich mich mehrmals überzeugt habe, selbst wenn man Druck anwendet, nicht leicht eintreten.

oberste Kupferplatte mit dem kupfernen Condensator in Berührung, während die untere Zinkplatte ableitend berührt wird, so erhält man nach Trennung der Condensatorplatten genau die Spannung, welche zwischen Zink und Kupfer stattfindet. Kehrt man aber die Lage der Plattenpaare um, und setzt die obere Zinkplatte mit dem Condensator in metallische Berührung, während die untere Kupferplatte mit dem Boden in Verbindung steht, so wird kein Zeichen der Elektricität zum Vorschein kommen. Die Umstände sind nämlich hier genau dieselben, als wenn wirkliche metallische Berührung der Platten stattfände, und daher ist es, des starken Leitungsvermögens des Zwischenkörpers ungeachtet, ganz unmöglich, von solchen Plattenpaaren eine wirksame Säule zu bauen. Werden die Platten erhitzt, so geht die Harzschicht, bei einer gewissen Temperatur, in Leiter der zweiten Klasse, jedoch mit vermindertem Leitungsvermögen, über. Die Temperatur, wobei diese Umwechslung stattfindet, ist jedoch verschieden. Bisweilen wechselt die Art der Leitung schon bei 60 bis 70° C., bisweilen erst nachdem die Temperatur über 100° gestiegen ist, und im Allgemeinen desto früher, je gröfser der Abstand der Platten ist. Während des Abkühlens tritt der vorige Zustand gewöhnlich wieder ein. Der Uebergang des Harzes von Leiter der ersten in Leiter der zweiten Klasse geschieht, bei regelmäfsig zunehmender Temperatur, nicht augenblicklich, sondern es findet ein Zwischenzustand statt, der jedoch nur von kurzer Dauer ist.

Wenn der Abstand zwischen den Platten bis auf die Dicke eines dicken Schreibpapiers oder noch weiter geht, verhält sich die Harzschicht öfters als Leiter der zweiten Klasse; die Leitung ist aber in diesem Falle bei gewöhnlicher Temperatur so schwach, dafs der Condensator, wenigstens in kürzerer Zeit, selten geladen wird. Wird ein solches Plattenpaar erhitzt, so nimmt die Leitungsfähigkeit des Harzes regelmäfsig zu. Bei 60 bis 70°

erhält der Condensator gewöhnlich durch eine augenblickliche Berührung seine volle Ladung, wenn nämlich die Zinkplatte mit der untern Condensatorsplatte in metallischer Berührung steht. Während des Abkühlens nimmt das Leitungsvermögen wieder ab. Obgleich der Einfluſs der Temperatur immer der nämliche ist, sind doch die Umstände der Leitung so verschieden, daſs es nicht möglich ist zwei Platten zu treffen, welche sich gleich verhielten. Manchmal fängt der Condensator erst bei einer Temperatur von nahe 100° an geladen zu werden; ich habe sogar Fälle gesehen, in welchen die Harzschicht, da sie vollkommen flüssig war, nur schwach leitete. Legt man die Plattenpaare nach Art einer Säule über einander, so steigt die Tension für jedes Paar, wird aber stets gröſser seyn, als wenn Wasser Zwischenleiter ist. Dieser letzte Umstand beweist, daſs die Harzschicht kein vollkommen passiver Leiter ist, sondern wie eine Lösung von schwefelsaurem Zinkoxyde sich positiver gegen das Zink als gegen das Kupfer verhält. Durch Vergleichung galvanischer Paare, bei deren einem Wasser, und bei dem andern Harz Zwischenleiter ist, habe ich gefunden, daſs die elektromotorischen Kräfte (wenn nämlich die Kupferplatte auf den ableitenden Unterlagen ruht, während die Zinkplatte die kupferne Collectorplatte des Condensators berührt) sich wie 5 : 6 oder wie 4 : 5 verhalten. Es folgt hieraus, daſs die Summe der Spannungen zwischen dem Kupfer und dem Harze, dem Harze und dem Zinke eine positive Gröſse sey, die etwa $\frac{1}{5}$ oder $\frac{1}{4}$ der Spannung zwischen Zink und Kupfer beträgt; die einzelnen Spannungen aber zwischen dem Harze und den Metallen sind jedoch ganz unbekannt. Wird die Zinkplatte mit dem Boden verbunden, während die Kupferplatte den Condensator berühret, so wird dieses mit schwacher positiver Elektricität geladen, die der Summe dieser Spannungen entspricht. Jäger's Versuche stimmen in diesem Punkte mit den meinigen völlig überein.

Eine von ihm eingerichtete Säule, tausend Doppelscheiben von unächtem Gold- und Silberpapier enthaltend, die auf dem Strohhalmelektrometer bei gewöhnlicher Temperatur 10° hervorbrachte, erreichte bei einer Hitze von 55 bis 60° R., wobei die Feuchtigkeit ausgetrieben war und das Papier selbst den Dienst eines Leiters vertrat, eine Tension von völlig 12° [1]).

Um zu zeigen, wie sehr bei diesen Versuchen veränderliche Ursachen einwirken, und wie schwer es sey, für das Verhalten des harzigen Zwischenkörpers allgemeine Regeln zu geben, will ich hier nur eines Versuches erwähnen. Ein Paar geschliffene Platten von Zink und Kupfer wurden auf der einen Seite mit geschmolzenem Siegellack überzogen, und die harzigen Oberflächen mit dazwischengelegten kleinen Stücken von dickem und trockenem Papier, da sie noch heifs waren, auf einander gelegt. Nach dem Erkalten wurde das Plattenpaar mit seiner Kupferseite auf das Drahtgitter des oben erwähnten Gestelles gelegt und allmälig erhitzt. Das Siegellack fing erst bei höherer Temperatur an merkbar zu leiten, und bei 100° wurde der Condensator augenblicklich geladen, wenn die Zinkplatte mit der unteren, und die Kupferplatte mit der oberen Condensatorsplatte durch die kupfernen Drähte verbunden wurde. Es verhielt sich also das Siegellack wie ein Leiter der zweiten Klasse. Während der Abkühlung nahm die Leitung wieder ab, und war schon bei ungefähr 50° an dem Condensator fast unmerklich. Nach dem Erkalten wurden die Platten aufs neue bis auf 100° erhitzt und dann gegen einander gedrückt, wobei ein Theil des Siegellacks ausgepreſst wurde. Jetzt fand ich wider alles Vermuthen, daſs das Siegellack so schwach leitete, daſs der Condensator nicht merkbar geladen wurde. Um sicher zu seyn, daſs hier kein Betrug statt finde, theilte ich dem Condensator positive Elektricität mit (also die entgegengesetzte

1) Gilbert's Annalen der Physik. Bd. LXII S. 232.

von derjenigen, welche zum Vorschein kommen sollte) und setzte die Platten auf gewöhnliche Weise mit diesem in Verbindung; aber nach Aufhebung der obern Condensatorplatte fand ich die Electricität noch positiv und nur wenig geschwächt. Nachdem die Temperatur bis auf 80° abgenommen hatte, fing das Siegellack plötzlich an zu leiten, verhielt sich aber jetzt bestimmt als Leiter der ersten Klasse, d. h. der Condensator wurde nur geladen, wenn die Kupferscheibe mit der unteren Collectorplatte verbunden ward, während die Zinkscheibe und die obere Condensatorplatte ableitend berührt wurden. Nachdem die Platten kalt waren, wurden sie mit zwei gewöhnlichen galvanischen Paaren in Verbindung gesetzt und der Kreis durch den kupfernen Draht eines elektromagnetischen Multiplicators geschlossen. Die Nadel wurde merkbar abgelenkt. Bei nochmaliger Erhitzung fand ich das Siegellack bis auf 80° noch als Leiter der *ersten*, aber, da die Hitze höher stieg, Leiter der *zweiten Klasse*.

Aufser dem Firnifse und Harze habe ich auch wohl ausgetrocknete Papierscheiben als Zwischenkörper zwischen geschliffenen Zink- und Kupferplatten gebraucht. Die Durchleitung der Elektricität ist jedoch in diesem Falle, bei derselben Temperatur und Dicke, weit langsamer, als beim Harze als Zwischenkörper, welches wahrscheinlich davon rührt, dafs der Widerstand des Ueberganges zwischen dem Papiere und den Metallen, die kein Continuum bilden, weit gröfser ist, als zwischen dem geschmolzenen Harze und den Metallen.

Bei den Versuchen mit trocknem Papiere als Zwischenleiter kann man sich des Condensators, wegen der schwachen Leitung, fast gar nicht bedienen, und daher habe ich hier eine andere Methode, den Leitungsgrad zu schätzen, in Anwendung gebracht. Man lege das Plattenpaar auf ein Goldblatt-Elektrometer und theile diesem aus einer trockenen Säule Elektricität mit, während dafs die obere Platte ableitend berührt wird. Die Gold-

blättchen fangen jetzt an zu divergiren, und das Papier zugleich geladen zu werden. Nimmt man nachher die Säule weg, ohne die Verbindung der oberen Platte mit der Erde zu unterbrechen, so kann man den Leitungsgrad durch die Zeit beurtheilen, binnen welcher die Goldblättchen zusammenfallen. Hier tritt nämlich immerfort eine Entladung der Elektricitäten durch das Papier ein, welche rascher oder langsamer vor sich geht, je nachdem dieses besser oder schlechter leitet. Dieser Methode habe ich mich auch bei den harzigen Zwischenkörpern bedient, in Fällen, wo der Condensator nicht gebraucht werden konnte. Das Papier, es mag noch so dünn seyn, verhält sich immer wie ein Leiter der zweiten Klasse. Bei gewöhnlicher Temperatur leitet es nicht merkbar, bei 50 bis 80° nur sehr schwach, und erst bei einer Temperatur, wo eine eintretende Verkohlung sich zu erkennen giebt, fängt der Condensator an geladen zu werden. Weil die Erscheinungen constanter sind, wenn Papier als wenn Harz Zwischenkörper ist, bin ich der Meinung, daſs die obigen Unregelmäſsigkeiten der Leitung beim Harze hauptsächlich darin ihren Grund haben, daſs der Widerstand des Ueberganges unter verschiedenen nicht bestimmbaren Umständen, verschieden ist.

Durch obige Versuche glaube ich bewiesen zu haben, daſs eine elektrische Säule von nur starren Körpern wirklich ausführbar sey. Daſs die Feuchtigkeit, wenn sie auch nicht ganz entfernt worden, doch die Wirksamkeit dieser Art von Säulen nicht bedinge, beweiset, erstens die regelmäſsige Zunahme der Leitung mit der Temperatur und zweitens der Umstand, daſs die Summe der Spannungen eines galvanischen Paares stets gröſser ausfällt, wenn Harz als wenn Wasser Zwischenkörper ist. Jäger hat also darin ganz recht, daſs seine Säulen mit harzigen Zwischenkörpern nicht durch adhärirende Feuchtigkeit wirken; wenn er aber weiter geht und behaupten will, daſs hier keine Durchleitung der Elektricität

stattfindet, so nimmt er etwas an, welches den Versuchen gerade entgegen ist. Jäger führt als Hauptbeweis, dafs seine Säulen nur durch Vertheilung wirksam sind, den Umstand an, dafs ein einzelnes Plattenpaar sich mit entgegengesetzten Elektricitäten laden läfst [1]). Dieser Beweis aber kann gar nicht gelten. Das Vermögen, Ladung anzunehmen und die Elektricität durchzuleiten, kann sehr gut einem und demselben Körper zugehören; nur je besser dieser sich laden läfst, desto schlechter leitet er, und umgekehrt. Setzt man voraus, dafs eine geladene Scheibe keine merkbare Menge von Elektricität durch ihre Masse gehen lasse, und nennt die freie Elektricität der einen Seite, wenn die der andern auf Null gebracht ist, a und die Bindungszahl, welche stets ein ächter Bruch ist, m, so bilden die freien entgegengesetzten Elektricitäten, wenn man die Belege der Scheibe nach einander ableitend berührt, folgende fallende Reihe: a, ma, m^2a, m^3a etc. Wenn aber zu gleicher Zeit Durchleitung der Elektricität eintritt, mufs man von jedem Gliede einen gewissen Abzug machen, dessen Gröfse theils von der elektrischen Differenz der beiden Seiten der Scheibe, theils von der Zeit abhängt. Ich habe sehr oft bei den oben erwähnten Plattenpaaren diese entgegengesetzten Elektricitäten beobachtet, und selbst dadurch das Leitungsvermögen des Zwischenkörpers schätzen können. Leitet dieser nur sehr schwach oder gar nicht, so kann man dieses Spiel der Vertheilung, weil hier m der Einheit sehr nahe ist, sehr oft wiederholen, ehe die freigewordenen Elektricitäten unmerkbar werden; fängt aber das Harz oder Papier bei einer höheren Temperatur an besser zu leiten, so glückt es nur wenige Male, und bei noch stärkerer Leitung gar nicht, diese entgegengesetzten Elektricitäten hervorzurufen. In der That geräth Jäger mit sich selbst in Widerspruch, indem er, um seine Theorie auf die nassen Säulen anwenden zu können, ein gewisses Einströmen

1) Gilbert's Annalen der Physik. Bd. LIII S. 358.

der entgegengesetzten Elektricitäten, von beiden Seiten in den Zwischenkörper, annimmt. Ein solches Einströmen ist gerade das, was man Durchleitung nennt, welches auch daraus erhellt, daſs nach Franklin's Hypothese nur ein einseitiges Einströmen stattfinden könnte. Es ist mehr als wahrscheinlich, daſs jeder Mittheilung der Elektricität eine, wenn auch noch zu kurze, Vertheilung oder Ladung vorangehe. Bohnenberger, der die durch Wärme erhöhte Wirksamkeit der Säulen mit harzigen Zwischkörpern beobachtet hat, ist auch der Meinung, daſs der geschwindere Strom durch eine vermehrte Leitungsfähigkeit des Harzes nicht bedingt werde, und führt als Beweis hiervon an, daſs eine erhitzte, mit Harz getränkte Papierscheibe besser als vorher isolire [1]). Eben dieser Beweis verliert aber seine Kraft, wenn man die Umstände näher in Betrachtung zieht. Wie oben gezeigt worden ist, findet bei harzigen Zwischenkörpern nur dann Leitung statt, wenn sie von beträchtlicher Dünne sind, und daher kann eine mit Harz getränkte Papierscheibe ihrer Dicke nach gut leiten, wenn sie zwischen zwei Metallplatten liegt, und doch gut isoliren, wenn die Elektricität den Weg ihrer Länge nach zu nehmen gezwungen ist, welcher Fall eintritt, wenn man sie in der Hand hält und mit einem elektrisirten Elektrometer in Berührung setzt. Daſs die Scheibe, wenn sie kalt ist, leitet, rührt von der Feuchtigkeit her, welche das Papier, des harzigen Oberzuges ungeachtet, anzieht.

Zuletzt will ich noch einiger Ergebnisse meiner Versuche über das Leitungsvermögen dünner Körper, die mir einige Aufmerksamkeit zu verdienen scheinen, erwähnen. Wenn die dünne Harzschicht, welche die Metallplatten trennt, die Elektricität nicht durchläſst, wie nicht selten der Fall ist, kann man sie oft leitend machen, wenn ein elektrischer Schlag einer Leidner Flasche dadurch geleitet wird. Die Ladung aber muſs sehr schwach

1) Gilbert's Annalen der Physik. Bd. LIII S. 358.

seyn, um nicht über den Rand des Harzes zu schlagen. Auf diese Weise kann eine zuvor nichtleitende Firniſs- oder Harzschicht in einen so guten Leiter verwandelt werden, daſs selbst die schwächsten Ströme einer galvanischen Kette ungehindert hindurchgehen. Bisweilen ist der Strom einer elektrischen Säule hinreichend, das Harz zum Leiter zu machen. Untersucht man die Art der Leitung, so findet man diese immer von der *ersten Klasse.* Wird ein Plattenpaar, dessen harziger Zwischenkörper durch die Einwirkung eines elektrischen Entladungsschlages zum Leiter gemacht worden ist, nur bis auf 40 oder 50° erwärmt, so verliert dieser sein Leitungsvermögen gänzlich, nimmt es aber nach dem Erkalten gewöhnlich wieder an. Die hier angeführten Thatsachen scheinen zu beweisen, daſs die Eigenschaft der dünnen Harzschicht, die Elektricität zu leiten, auf einer gewissen Anordnung der kleinsten Theile beruhe. Ein elektrischer Schlag zwingt sie eine für die Durchleitung der Elektricität vortheilhafte Stellung anzunehmen, und durch den Einfluſs der Wärme werden sie wieder aus ihrer Lage gebracht und verstatten der Elektricität keinen Durchgang mehr. Auch das Leitungsvermögen des Harzes, als Leiter der zweiten Klasse, wird oft durch elektrische Schläge oder Ströme, jedoch nur nach und nach, erhöht. Erhitzt man ein Plattenpaar, dessen harziger Zwischenkörper Leiter der zweiten Klasse ist, und leitet, während des Erkaltens, kleine Schläge hindurch, so wird das Leitungsvermögen des Harzes oft so sehr vermehrt, daſs der Condensator, auch bei nicht erhöhter Temperatur des Plattenpaares, in kürzerer Zeit geladen wird. Ich besitze ein Plattenpaar, dessen Platten durch eine Scheibe von Schelllack von $\frac{1}{4}$ Linie Dicke getrennt sind, das auf diese Weise behandelt, bei einer Temperatur von nur 30° den Condensator ziemlich schnell ladet. Es muſs bemerkt werden, daſs ich einige Fälle gesehen habe, wo das Leitungsvermögen des Harzes, als Leiter der zweiten Klasse

durch die Einwirkung elektrischer Schläge etwas vermindert worden ist.

Ich bin hier auf dieselben Erscheinungen gestoſsen, die ich in meiner Abhandlung *von der Elektricitätsleitung starrer Körper* bekannt gemacht habe[1]). Es wurde gezeigt, daſs gegossene Cylinder von schwarzem Schwefelquecksilber mit viel überflüssigem Schwefel, die an und für sich nur schwach leiteten, durch die Einwirkung eines elektrischen Entladungsschlages, der stark genug war, um hindurch zu dringen, in sehr starke Leiter verwandelt wurden. Hier werden die Schwefeltheilchen, die auf allen Seiten von dem stark leitenden Schwefelquecksilber umgeben sind, auf gleiche Weise leitend gemacht, wie bei den obigen Versuchen die zwischen den Metallplatten liegende Harzschicht, und beide Erscheinungen fallen in eine einzige zusammen. Es scheint daher eine ziemlich allgememeine Eigenschaft des elektrischen Stromes zu seyn, das Leitungsvermögen der Körper, durch welche er gehet, zu erhöhen oder wenigstens zu verändern. Es ist doch wahrscheinlich, daſs diese Veränderung in mehren Fällen nur den Uebergangswiderstand zwischen den heterogenen Stoffen trifft.

2) Ueber die durch elektrische Ströme hervorgebrachten Ladungserscheinungen.

A. Allgemeine Ansichten der Ladung.

Die Erscheinungen der sogenannten Ladung sind mit dem Wesen der Hydroketten so innig verbunden, und kommen bei galvanischen Versuchen so häufig vor, daſs es nicht zu verwundern ist, wenn man schon in der ersten Zeit, nach der Erfindung der elektrischen Säule, auf sie aufmerksam geworden ist. Gautherot bemerkte zuerst, im Jahre 1801, daſs zwei Gold- oder Platindrähte, nachdem sie in einer Salzlösung dem Strome eines Vol-

1) Diese Annalen Bd. XXXIV S. 437.

taischen Apparats in gewisser Entfernung von einander ausgesetzt worden, einen lebhaften Geschmack bewirkten, wenn sie an die Zunge gebracht und mit einander in Berührung gesetzt wurden. Ritter benutzte diesen Wink, und mit dem ihm eigenen Scharfsinne die neue Bahn betretend, wurde er bald auf die Entdeckung seiner Ladungssäule geführt. Seit dieser Zeit sind die Bestrebungen der vorzüglichsten Elektriker dahin gerichtet, in diesem dunklen, für die Theorie der elektrischen Säule wichtigen Felde Licht zu verbreiten. Unter diesen sind vorzüglich zu nennen: Volta, Brugnatelli, Marianini, De La Rive, Pfaff, Ohm und Fechner. Obwohl die Theorie der Ladung in einzelnen Punkten aufgeklärt und eine Menge neuer Thatsachen zum Vorschein gekommen sind, ist es doch bisher nicht gelungen, die Ladungserscheinungen unter allgemeine Gesichtspunkte aufzufassen oder auf ein einfaches Gesetz zurückzuführen. Diese vergeblichen Bemühungen so vieler ausgezeichneten Naturforscher liefsen mir wenig Hoffnung übrig, das Ziel zu erreichen, wenn die Untersuchung auf die gewöhnliche Art und Weise unternommen würde. Wenn ich daher glücklicher gewesen bin, mufs ich es wohl dem Umstande zuschreiben, dafs ich, wie aus dem Folgenden zu ersehen ist, andere Wege befolgt habe. Ich will hier die Theorie der Ladung, wie ich sie bereits fertig habe, mit den dazu gehörigen Versuchen vortragen, und, gröfserer Deutlichkeit wegen, einige allgemeinere Sätze der Elektricitätslehre vorausschicken.

Man befestige an den obern Pol einer nassen Säule von einigen Hundert Plattenpaaren einen feuchten Faden von der Länge einiger Schuhe, spanne diesen in einer geraden Linie aus, und setze sowohl das andere Ende des Fadens, als den unteren Pol der Säule mit dem Boden in Verbindung. Die Elektricität kommt sogleich in Strömung, und es tritt bald ein dauernder Zustand ein, welcher darauf beruht, dafs jeder Theil des Fadens gerade

so-

soviel Elektricität in jedem Augenblicke wieder aufnimmt, als er verliert; man bemerkt jedoch, weil hier der Leitungswiderstand des Fadens gegen den Leitungswiderstand der Säule sehr grofs ist, fast gar keine Schwächung der freien Elektricität des obern Pols. Prüft man den elektrischen Zustand des Fadens durch ein Elektrometer, so wird man finden, dafs die Elektricität ungleich vertheilt ist. Der dem oberen Pol der Säule zunächst liegende Theil des Fadens hat dieselbe elektroskopische Kraft, wie der Pol selbst, die entfernteren aber eine immer kleinere, bis zuletzt alles Leiten von Elektricität in der Nähe des Endes, welches mit der Erde in Verbindung steht, verschwindet. Das Gesetz, nach welchem die freie Elektricität sich hier vertheilt, ist dieses: der Unterschied der elektrischen Kräfte zweier Punkte des Fadens ist ihrer Entfernung von einander proportional, d. h. gleichen Längen des Fadens entsprechen gleiche Differenzen der Endpunkte. Es tritt keine Veränderung ein, wenn das zweite Ende des Fadens mit dem unteren Pole der Säule in unmittelbare Berührung gebracht wird, während die Verbindung mit der Erde noch fortdauert; isolirt man aber jetzt die ganze Säule nebst den Faden, treten die Erscheinungen verändert hervor, je nachdem man die eine oder die andere Stelle des Fadens berührt. Die elektrische Kraft der berührten Stelle sinkt, wie leicht einzusehen ist, auf Null, aber dieselbe Veränderung, welche hier stattfindet, tritt auch an allen übrigen Stellen, sowohl der Säule als des Fadens ein. Hierin liegt auch der Grund, dafs die elektrische Differenzen, welche den Enden des Fadens, oder zwei beliebigen Punkten desselben entsprechen, dieselben bleiben, wo man ihn auch berührt. Verkürzt man den Faden, findet zwar dieselbe Differenz seiner Enden statt, der Strom aber wird in demselben Verhältnisse intensiver, als der Faden kürzer wird. Wendet man statt des Fadens andere bipolare prismatische Halbleiter zur Verbindung der Pole

der Säule an, so sind die Erscheinungen dieselben; in dem Maafse aber, in welchem der Leitungswiderstand der Säule nicht mehr als verschwindend gegen den Leitungswiderstand des die Pole verbindenden Leiters angesehen werden kann, wird man eine mehr oder minder grofse Schwächung der elektrischen Differenz der beiden Pole wahrnehmen. Ebenso werden die elektrischen Differenzen der beiden Enden des Leiters, bei vermindertem Leitungswiderstande, immer kleiner, bis sie zuletzt, bei Anwendung von Metalldrähten, gröfstentheils verschwinden. Nennt man die elektrische Differenz [1]) der Endflächen eines beliebigen Theiles der Kette D, die Summe der Leitungswiderstände dieses Theiles y, die Summe der in diesem Theile vorkommenden Spannungen [2]) O, die Summe der sämmtlichen in der Kette vorkommenden Spannungen A, und den Gesammtleitungswiderstand aller Theile der Kette, mit Inbegriff des schliefsenden Leiters L, so wird unter allen Umständen:

$$D = -\frac{A}{L}y + O.$$

Ist nun die Rede von der elektrischen Differenz

1) Wenn man in der galvanischen Kette in einer festgestellten Richtung fortgeht, und die freie elektrische Kraft desjenigen Endes eines beliebigen Theiles, wo man übergeht in diesen, u, die freie elektrische Kraft desjenigen Endes desselben Theiles, wo man ihn verläfst, u' nennt, so verstehe ich unter der elektrischen Differenz D der genannten Stellen der Kette den Unterschied ihrer freien elektrischen Kräfte u und u', d. h. ich setze $D = u - u'$.

2) Unter Spannung verstehe ich immer eine elektrische Differenz zweier unmittelbar an einander grenzender Querschnitte der galvanischen Kette, welche bleibend ist, d. h. ohne Beihülfe des elektrischen Stromes noch besteht. Unter der Spannung zwischen Zink und Kupfer verstehe ich immer den Unterschied der elektrischen Kräfte des Zinks und des Kupfers, welcher eine positive Gröfse ist; umgekehrt verstehe ich unter der Spannung zwischen Kupfer und Zink den Unterschied der elektrischen Kräfte des Kupfers und des Zinks, welcher negativ ist.

zweier Punkte des die Pole der Säule verbindenden homogenen Leiters, so wird O gleich Null seyn.

Die hier erwähnten Erscheinungen lassen sich auch, und zwar viel leichter und deutlicher mit den Elektrisirmaschinen darstellen. Man setze nur das eine Ende des Leiters mit dem Conductor, und das andere mit der Erde in Verbindung, während die Maschine bewegt wird, so lassen sich vermittelst eines Elektrometers alle Abstufungen der elektrischen Kraft des Leiters leicht wahrnehmen. Die ursprüngliche elektrische Kraft des Conductors sinkt immer, sobald ihn der Leiter berührt, und bleibt auf eine gewisse Gradzahl stehen, die jedoch nach den verschiedenen Umständen sehr verschieden ausfällt. Man findet, daſs die Gröſse des Uebergangs der Elektricität vom Nichtleiter zum Conductor, einerseits der Gröſse der geriebenen Fläche des Nichtleiters, die in einer gewissen Zeit den Auffängern vorbeigeht [1]), und anderseits der Differenz der elektrischen Kräfte des Nichtleiters und des Conductors proportional seyn muſs. Bezeichnet man also die erste Gröſse, die ich schlechthin die Frictionsfläche nennen will, mit F, die elektrische Kraft des Nichtleiters oder die Gröſse der Erregung mit u, und die elektrische Kraft des Conductors mit u', so wird der elektrische Strom durch $F(u - u')$ ausgedrückt. Der Strom aber eines jeden prismatischen Leiters ist durch den Quotienten gegeben, den man aus dem Unterschiede der an den Enden desselben stattfindenden elektrischen Kräfte und seinem Leitungswiderstande bildet. Nennt man also den Leitungswiderstand des Leiters λ, und erwägt, daſs die elektrische Kraft des den Conductor berührenden Endes gleich u', die elektriche Kraft des andern Endes dagegen Null seyn muſs, so wird der elektrische Strom durch $\frac{u'}{\lambda}$ ausgedrückt. Dieser Strom muſs mit

1) Bei den Scheibenmaschinen kommt nur die geriebene Fläche der einen Seite der Scheibe in Betrachtung.

dem vorigen gleich seyn, und man hat also $F(u-u')=\frac{u'}{\lambda}$, woraus $u'=\frac{Fu\lambda}{1+F\lambda}$. Durch diese Formel wird also die elektrische Differenz der Enden des Leiters, welche der elektrischen Kraft des Conductors gleich ist, ausgedrückt; es muſs aber hierbei die Bemerkung gemacht werden, daſs F und $\frac{1}{\lambda}$ als Gröſse derselben Art betrachtet werden müssen, deren Zahlenwerthe also unter einerlei Maaſs zu bringen sind. Es lassen sich die Frictionsfläche der Maschine F und der umgekehrte Leitungswiderstand des Leiters $\frac{1}{\lambda}$ auf die Weise als homogen betrachten, daſs man sie die Menge der Elektricität repräsentiren läſst, die bei constanter Differenz der elektrischen Kräfte, einerseits vom Nichtleiter zum Conductor und andrerseits von einem Querschnitte des Leiters zum nächsten in einer bestimmten Zeit übergeht; denn offenbar werden sie in diesem Falle der gedachten Menge proportional. Wenn man in der Gleichung $F(u-u')=\frac{u'}{\lambda}$ hat $u-u'=u'$, so folgt, daſs $F=\frac{1}{\lambda}$ ist. Hat man daher durch die Gleichheit der Ströme bei derselben Differenz der elektrischen Kräfte, die einerseits an dem Nichtleiter und dem Conductor und andrerseits an den beiden Enden des Leiters stattfinden, ausgemittelt, welche F und $\frac{1}{\lambda}$ einander gleich sind (welches dadurch geschehen kann, daſs man mit dem Conductor einen Leiter auf obige Weise verbindet, und die Länge des dem Strome ausgesetzten Theils desselben verändert, bis daſs die elektrische Kraft gerade auf die Hälfte gekommen ist), so giebt man ihr einerlei Zahlenwerth und wird dadurch für andere Fälle im Stande seyn, nach den drei bekannten Gröſsen der obigen Glei-

chung, die vierte zu berechnen. Setzt man $\lambda = \frac{1}{f}$ so nimmt obige Formel folgende einfachere Form an $u' = \frac{Fu}{F+f}$. Hieraus erhellt, dafs je kleiner f d. h. je gröfser der Leitungswiderstand des Leiters wird, desto mehr sich u' dem u nähert, je gröfser aber f, d. h. je kleiner der Leitungswiderstand des Leiters wird, desto kleiner u' wird, bis es zuletzt unmerklich wird. Am bequemsten kann man um die verschiedenen Werthe von u' zu beobachten, sich eines Fadens, dem man verschiedene Grade von Feuchtigkeit giebt, bedienen. Ist dieser beinahe trocken, so bleibt der elektrische Zustand des Conductors beinahe unverändert, aber je mehr Wasser er erhält, desto mehr sinkt die Gradzahl des Elektrometers, und geht zuletzt fast gänzlich auf Null. Dieselben Abstufungen lassen sich auch, jedoch minder bequem, dadurch beobachten, dafs man nur die Länge des Fadens verändert. Ebenso kann man sich bei diesen Versuchen verschiedener andrer Halbleiter, wie Mennig, Quecksilberoxyd, Schwefelantimon bedienen, die man pulverisirt und in Glasröhren einschliefst. Die elektrische Kraft des Conductors bleibt immer auf einer gewissen Gradzahl stehen, die dem Leitungswiderstande des Pulvers entspricht [1]).

Weil der Strom einer galvanischen Kette, deren Summe der Spannungen durch A, und deren Summe der Leitungswiderstände durch L bezeichnet wird, wenn sie durch einen vollkommenen Leiter geschlossen ist, durch

1) Eben dadurch, dafs man diese Gradzahl beobachtet, läfst sich das Leitungsvermögen eines pulverisirten festen oder eines flüssigen Körpers, wenn er in eine Glasröhre eingeschlossen wird, berechnen; denn setzt man in der Gleichung $F(u-u') = \frac{u'}{\lambda}$ statt λ den Werth $\frac{l}{k\omega}$, wo l die Länge, ω den Querschnitt und k den Leitungscoefficienten des Körpers bezeichnet, so wird $k = \frac{Fl(u-u')}{u'\omega}$. Braucht man Röhren von einerlei inwendigem Durchmesser, fällt das ω aus der Formel weg.

$\frac{A}{L}$, der Strom dagegen einer Elektrisirmaschine, deren Conductor durch einen guten Leiter mit der Erde oder dem Reibzeuge in Verbindung stehet, durch Fu, oder wenn man $\frac{1}{\lambda}$ statt F setzt, durch $\frac{u}{\lambda}$ ausgedrückt wird, so folgt, daſs, wenn diese Ströme einander gleich sind, und auſserdem $L=\lambda$, auch $A=u$ wird, oder die Gröſse der Erregung der Maschine ist als Aequivalent der Summe der Spannungen der galvanischen Kette anzusehen. Stellt man sich also vor, daſs der Conductor der Maschine, statt mit dem geriebenen Nichtleiter, mit einem Leiter in Verbindung steht, in dessen Umfange mehre Erregungsstellen vorkommen, deren Spannungen summirt gleich $-u$ oder der Erregungsgröſse des Nichtleiters negativ genommen sind [1]), und dessen Leitungswiderstand dem λ oder der umgekehrten Frictionsfläche der Maschine gleich ist, so wird die Elektrisirmaschine selbst das Aequivalent einer galvanischen Kette, und dieſs giebt den Vortheil, daſs man nach derselben Formel die Verschiedenheiten, welche in der Wirkungsweise beider Apparate stattfinden, untersuchen kann. Aus der Erfahrung weiſs man, daſs der Strom einer einfachen galvanischen Kette, auch wenn sie von kleinen Platten und mäſsig gut leitender Flüssigkeit besteht, da sie durch einen metallischen Leiter geschlossen wird, den Strom einer wirksamen Elektrisirmaschine, deren Conductor und Reibzeug durch einen guten Leiter in Verbindung stehen, sehr bedeutend übertrifft. Bezeichnet man also den Strom der einfachen galvanischen Kette mit $\frac{A'}{L'}$ und den Strom der Maschine mit $\frac{A''}{L''}$, so folgt, daſs A' zu L' ein viel gröſseres Verhältniſs als A''

1) Schreitet man nämlich immer in der festgestellten Richtung vom Nichtleiter zum Conductor fort, muſs man die Summe der Spannungen des gedachten Leiters negativ, wenn die elektrische Kraft des Nichtleiters positiv, und positiv, wenn diese negativ ist, ansehen.

zu L'' haben mufs. Aber A' ist gewifs über 100000 Mal gröfser als A, weswegen L'' das L' noch viel mehr übertreffen mufs, und hieraus kann man sich einen Begriff machen, wie klein die Frictionsfläche, oder, wenn ich sie so nennen darf, die Hinleitungsgröfse einer Elektrisirmaschine gegen $\frac{1}{L'}$, oder das absolute Leitungsvermögen der galvanischen Kette zu schätzen sey. Gerade in dieser aufserordentlich grofsen Ungleichheit der Quantitäten A und L, sowohl ihrer absoluten Gröfse als ihrem Verhältnisse nach, liegt der eigentliche Grund der so höchst merkwürdigen Verschiedenheit der Wirkungen der Frictions- und Contactelektricität. Setzt man einen und denselben Körper, dessen Leitungswiderstand λ ist, der Einwirkung des Stromes der galvanischen Kette und der Elektrisirmaschine aus, so wird jener im ersten Falle durch $\frac{A}{L'+\lambda}$, und im zweiten Falle durch $\frac{A''}{L''+\lambda}$ ausgedrückt. Wegen der so aufserordentlich grofsen Ungleichheit der Gröfsen L' und L'' kann λ in Vergleichung mit L' sehr merkbar und selbst sehr grofs, aber in Vergleichung mit L'' sehr klein seyn. Fängt daher λ an von Null zu wachsen, wird bald eine Schwächung des Stromes der galvanichen Kette eintreten, während der Strom der Maschine nicht merkbar verändert wird. Ist λ gegen L' sehr grofs geworden, so wird der Strom der galvanischen Kette durch $\frac{A}{\lambda}$ ausgedrückt, und nimmt daher ab, in demselben Verhältnisse, als λ zunimmt. Bei einem gewissen Werthe von λ sind beide Ströme einander gleich, wächst λ aber noch mehr, fängt der Strom der Maschine an gröfser zu werden. Sobalb λ gegen L'' nicht mehr unmerklich klein ist, nimmt auch der Strom der Maschine an Stärke ab, wird jedoch im Vergleich mit dem Strome der galvanischen Kette immerfort gröfser, und ist endlich λ so angewachsen, dafs sogar L''

gegen ihn verschwindet, so werden beide Ströme durch $\frac{A}{\lambda}$ und $\frac{A''}{\lambda}$ ausgedrückt, und verhalten sich daher wie A' zu A'. Man hat also die Regel, *dafs der Strom einer gewöhnlichen nassen galvanischen Kette gröfser ist als der Strom einer elektrischen Maschine, wenn beide durch die vollkommneren Leiter gehen; dafs aber der Strom der Elektrisirmaschine unvergleichbar gröfser ist als der Strom der galvanischen Kette, wenn beide durch Körper geleitet werden, die sich der Natur der Nichtleiter nähern.*

Die obige Formel $u' = \frac{Fu\lambda}{1+F\lambda}$ wird, wenn anstatt F der Werth $\frac{1}{L''}$ gesetzt wird, in $u' = \frac{u\lambda}{L''+\lambda}$ verwandelt. Nimmt man hier $u = -A$, $L''+\lambda = L$ und $\lambda = y$ an, so wird $u' = -\frac{A}{L}y$, welcher Ausdruck für u' mit dem obigen Seite 210 angeführten allgemeinen Ausdrucke der elektrischen Differenz der Endpunkte eines beliebigen Theils einer galvanischen Kette zusammenfällt, wenn nur $O = 0$ ist.

Nach den vorhergehenden theoretischen Erörterungen gehe ich jetzt zur Mittheilung meiner Ansichten der Ladung über.

Aus dem Vorhergehenden folgt, dafs, sobald ein Körper dem Strome einer galvanischen Kette oder Elektrisirmaschine ausgesetzt wird, Differenzen des elektrischen Zustandes zweier beliebigen Stellen desselben entstehen, die, wenn der Körper homogen und überall von demselben Querschnitte ist, ihrem Abstand und der Gröfse des Stromes proportional sind. Zufolge des Bestrebens der freien Elektricität sich in's Gleichgewicht zu setzen, sollte man jetzt erwarten, dafs diese Differenzen, sobald die Einwirkung des Stromes aufhörte; eben so bald verschwinden würden, als sie hervorgerufen waren. Eine

vielfache Erfahrung hat mich jedoch belehrt, dafs diefs gewöhnlich nicht der Fall ist. Zwar vermindern sich die Differenzen bedeutend in dem Augenblicke, wo der Leiter der Einwirkung des Stromes entzogen wird, allein sie bleiben dennoch bald auf einer merklich constanten Gröfse stehen und äufsern ein Bestreben, sich dabei zu behalten. Auf diese Weise lassen sich verschiedene Halbleiter und sogar vollkommnere Leiter durch Säulen- oder Maschinenelektricität laden, wenn der Strom kräftig genug ist, um eine bemerkbare Differenz des elektrischen Zustandes der verschiedenen Stellen des Körpers hervorzubringen. Am deutlichsten kann man die hierher gehörigen Erscheinungen durch Maschinenelektricität darstellen; aus dem Vorhergehenden ist jedoch klar, dafs nur die sogenannten Halbleiter, z. B. verschiedene Metalloxyde, Schwefelmetalle, feuchte organische Stoffe, hier gebraucht werden können. Leitet der Körper zu stark, so wird u' oder die elektrische Differenz der Endpunkte gar nicht merkbar, und leitet er zu schwach, so treten die Differenzen so langsam hervor, dafs die Erscheinungen an Deutlichkeit verlieren. Verschiedene Stoffe, die in zusammenhängenden Stücken wegen eines zu starken Leitungsvermögens keine Ladung annehmen, werden dazu fähig, wenn man sie pulverisirt und in Glasröhren einschliefst; denn alsdann entsteht ein Widerstand des Ueberganges von einem Theil zum andern, der den Leitungswiderstand ungemein vergröfsert. Vorzüglich gut geeignet, die Erscheinungen der Ladung durch Maschinenelektricität zu zeigen, ist der Schwefelantimon. Nimmt man ein Stück davon, etwa drei Zoll lang, hält das eine Ende in der Hand und führt das andere zum positiven Conductor einer kräftigen Maschine, die in Thätigkeit gesetzt wird, so wird das u' hier so grofs seyn, dafs der Conductor sogar kleine Funken giebt. Man setze die Umdrehung einige Zeit fort, entferne nachher den Schwefelantimon und berühre mit dem freien Ende den Deckel eines

Goldblattelektrometers. Die Goldblättchen fangen sogleich an zu divergiren und zwar mit positiver Elektricität. Fafst man das zuvor freie Ende in die Hand und führt das andere zum Elektrometer, so kommt gleich starke negative Elektricität zum Vorschein. Nach und nach werden die Divergenzen schwächer und verschwinden zuletzt; man kann jedoch mehre Stunden und selbst den folgenden Tag dieselben Erscheinungen, mit Hülfe des Condensators, wahrnehmen. Es ist auch hier nothwendig, dafs man das eine Ende des Schwefelantimons in der Hand halte, denn isolirt ladet er den Condensator gar nicht. Zertheilt man die geladene Antimonstange in mehre kürzere Stangen, so werden sie alle polarisch und zwar auf die Weise, dafs das Ende, das dem positiven Pole des gröfsern Stücks zugekehrt war, die positive, und das andere die negative Elektricität annimmt. Man sieht also, dafs das Schwefelantimon, nachdem es der Einwirkung des elektrischen Stromes ausgesetzt worden ist, in der Hauptsache dieselben Erscheinungen, als eine elektrische Säule zeigt. Man kann es als eine galvanische Kette von unendlich vielen Erregungsstellen betrachten, deren Spannungen unendlich klein, aber derselben Art dem Zeichen nach sind. Diese unendlich kleine Spannungen unendlich viele Male wiederholt, geben zuletzt eine endliche Summe. Wird der Schwefelantimon zerstofsen und in eine Glasröhre eingelegt, so treten die Erscheinungen noch deutlicher hervor. Schon bei einer Länge von nur acht Zoll, nimmt das Pulver eine so starke Ladung an, dafs die Pendel des Elektrometers stark gegen die Wände anschlagen. Legt man die beiden Enden der Röhre auf zwei gleiche Elektrometer, so nehmen diese, wenn sie nur gleich gut isoliren, gleich starke und entgegengesetzte Elektricitäten an, berührt man aber den Deckel des einen, so steigt die Elektricität des andern sogleich auf das Doppelte. Verbindet man beide Elektrometer durch einen guten Leiter, so

hört alle Divergenz auf; es entstehet ein Kreislauf der Elektricität von dem positiven Pole durch den Leiter zum negativen, und wieder zurück durch das Pulver zum positiven Pole. Der Strom ist hier, wie man leicht findet, demjenigen entgegengesetzt, welcher während der Verbindung der Röhre mit dem positiven Conductor stattfand; denn der Strom ging vom Conductor zum positiven Pol durch das Pulver zum negativen. Berührt man den Knopf einer Leidner Flasche mit dem einen Ende der Röhre, dessen anderes Ende man in der Hand hält, so nimmt sie bald so starke Ladung an, daſs der Stoſs bei der Entladung fühlbar wird.

Auſser dem eben erwähnten lassen sich sehr viele andere Körper durch Maschinenelektricität laden, die meisten aber können nur als Pulver, und zwar in Glasröhren eingeschlossen, angewandt werden. Man muſs dafür sorgen, daſs das Pulver nicht zu lose liege, und die an den Enden der Röhre angebrachten Metallbelege genau berühre. Die Röhre muſs, besonders wenn das Pulver nur schwach leitet, trocken seyn; man muſs auch nicht vergessen, daſs die Röhre selbst an dem Ende, welches den Conductor berührt, leicht elektrisch wird. Diese Elektricität kann man aber wegschaffen, wenn die Röhre über die Flamme eines Lichts geführt wird. Unter den Körpern, mit welchen mir die Ladungsversuche durch Maschinenelektricität gelungen sind, nenne ich hier, auſser dem Schwefelantimon, *Kohle, Manganhyperoxyd, Eisenoxyd, Zinkoxyd, gelbes Quecksilberoxyd, rothen Zinnober, feuchte organische Stoffe* und *Alkohol.* Wohl ausgebrannte Kohlen und Manganhyperoxyd leiten in zusammenhängenden Stücken so stark, daſs die elektrische Kraft des Conductors auf Null herabsinkt, und nehmen keine Ladung an, ehe sie pulverisirt sind, aber in diesem Falle ist auch die Leitung schwach und nur durch den Conductor merkbar. Der krystallisirte rothe Zinnober, ein sehr schlechter Leiter, eignet sich zu den Ladungs-

versuchen sehr gut. Ein Stück davon, kaum ein Zoll lang, wurde so stark elektrisch, daſs die Strohhälmchen der Elektrometer, welche mit den beiden Polen communicirten, mit entgegengesetzten Elektricitäten sehr merkbar divergirten. Es verdient bemerkt zu werden, daſs der Zinnober viel stärkere Ladung annimmt, wenn der Strom nach der Länge der Krystallnadeln geht, als wenn man ihn nach der Quere leitet. Schwarzes Schwefelquecksilber, obgleich es durch dieselbe Verbindung des Schwefels und des Quecksilbers, wie der rothe Zinnober entsteht, leitet viel zu stark und nimmt keine durch den Condensator wahrnehmbare Ladung an. Das rothe Bleihyperoxyd dagegen ist ein zu schwacher Leiter und zeigt daher die Ladungsphänomene nicht deutlich. Merkwürdig ist, daſs die Stärke der Ladung nicht nur von der Gröſse der Differenzen, welche der Strom hervorbringt, sondern auch von der eigenen Natur des Körpers abhängt. Das Quecksilberoxyd z. B. ist ein viel schlechterer Leiter, als pulverisirtes Manganhyperoxyd, und doch nimmt dieses viel stärkere Ladung an. Auch die Dauer des Stromes äuſsert, sowohl auf die Stärke als die Dauer der Ladung, einen groſsen Einfluſs. Im Allgemeinen, je längere Zeit man einen Körper dem Strome aussetzt, desto gröſser und dauernder werden die Differenzen, die nach Aufhören des Stromes noch vorhanden sind; doch scheint in dieser Rücksicht ein Maximum statt zu finden. Ein augenblicklicher Strom ist ohne Wirkung. Vereinigt man die beiden Pole der geladenen Körper durch einen Leiter, so verschwindet die Ladung früher, welches darin seinen Grund hat, daſs der Strom, welcher jetzt entsteht, entgegengesetzte Differenzen hervorzurufen strebt. Ich habe bemerkt, daſs ein Körper, den man einmal stark geladen hat, leichter eine neue Ladung annimmt. Das Vermögen, Ladung anzunehmen, gehört den festen Körpern nicht ausschlieſslich zu. Auch die flüssigen lassen sich laden, doch ist die Ladung bei diesen weit schwächer

und von kürzerer Dauer. Nimmt man z. B. einen Papierstreifen, dessen Leitungsvermögen bekanntlich nur auf seinen Wasserhalt beruht, so läſst sich, durch Veränderung der Länge und des Feuchtigkeitsgrades, jeder beliebige Werth von u' hervorbringen; die elektrischen Differenzen seiner Enden aber, die nach Aufhören des Stromes noch bestehen, werden niemals so hoch steigen, daſs ein Elektrometer unmittelbar afficirt würde. Mit Hülfe des Condensators treten jedoch die Erscheinungen der Ladung deutlich hervor. Wird der geladene Papierstreifen in mehre Stücke zerschnitten, so werden sie alle polarisch. Am besten lassen sich flüssige Körper den Ladungsversuchen unterwerfen, wenn man sie in Thermometerröhren einschlieſst und der Einwirkung des Stromes aussetzt. Ich überzeugte mich auf diese Weise, daſs Alkohol leichter Ladung als Wasser annehme. Die Beweglichkeit der Theilchen der Flüssigkeit scheint zum Theil Schuld daran zu seyn, daſs die Ladung sehr bald verschwindet.

Obige Versuche sind alle mit Hülfe der gewöhnlichen Elektrisirmaschinen angestellt. Vermittelst der elektrischen Säule sind die Erscheinungen der Ladung ebenfalls, jedoch mit den Abweichungen, die in der Natur dieses Apparats ihren Grund haben, darstellbar. Weil die elektroskopische Kraft, die sich bei dem Contacte der Körper entwickelt, sehr klein ist, läſst sich die Ladung, wenn man sich nicht Säulen von ungewöhnlich groſser Paarzahl bedienen will, nur selten mit Hülfe des Condensators wahrnehmen. Es ist daher vortheilhafter, sich hier des elektromagnetischen Multiplicators zu bedienen. Die von mir gebrauchte Säule war aus 48 Paaren dreizölliger Zinkkupferplatten und mit Kupfervitriollösung getränkte Tuchlappen geschichtet. Die starren Körper, die auf diese Weise geprüft werden können, sind, mit Ausnahme der metallischen, nicht zahlreich. Am besten gelangen mir diese Versuche mit krystallisirtem Braunstein-

erz und braunem Bleihyperoxyde. Ein Stück Braunstein wurde an zwei entgegengesetzten Stellen mit Stanniol belegt und der Strom der Säule hindurchgeleitet. Nach einigen Minuten wurde die Kette geöffnet, und die Stanniolbelege mit den Enddrähten des Multiplicators in Verbindung gebracht. Es entstand sogleich ein schwacher Strom, der, nach der Richtung der Nadel zu urtheilen, dem vorigen entgegengesetzt war. Das braune Bleihyperoxyd, welches, obgleich pulverförmig, ein sehr starkes Leitungsvermögen besitzt, wurde in eine vier Zoll lange Glasröhre gefüllt. Das Laden gelang fast besser als mit dem Braunsteine; die Nadel wich, nachdem die Belege der Röhre mit den Drähten des Multiplicators in Verbindung gebracht war, 2 bis 3° ab. Ein kleiner Cylinder von völlig ausgebrannter Holzkohle, einen Zoll lang, eine Linie dick, der sehr stark leitete, wurde kaum merkbar geladen. Ein anderer Cylinder, von nicht so gut ausgebrannter Kohle, vier Zoll lang, acht Linien dick, leitete dagegen sehr schlecht, und hemmte den Strom der Säule in dem Grade, dafs die Magnetnadel nicht afficirt wurde. Nachdem die Verbindung mit der Säule einige Zeit gedauert hatte, prüfte ich das Kohlenstück durch den Condensator. Ich fand deutlich das Ende, durch welches der Strom hineingedrungen war, positiv, und das andere negativ, jedoch nur schwach. Schwarzes Schwefelquecksilber, obgleich ein sehr guter Leiter, nahm keine durch den Multiplicator bemerkbare Ladung an. Eine Graphitstange thut solches ebenso wenig.

Das Laden der Metalldrähte, wenn es möglich ist, daran ich jedoch sehr zweifle, erfordert grofse Apparate. Mit Hülfe derer, welche mir zu Gebote standen, konnte ich nur ungewisse Resultate erhalten. Es entstehen gern thermoelektrische Wirkungen, die leicht mit den eigentlichen Ladungserscheinungen zu verwechseln sind. Es scheint der Fall zu seyn, dafs die vollkommneren Leiter der Annahme der Ladung weniger als die Halbleiter fä-

hig sind. Aufser den hier in Erwägung gezogenen Fällen giebt es noch eine Ladung anderer Art, welche bei der geschlossenen galvanischen Kette vorzüglich in Betracht kommt, nämlich die Ladung einer Erregungsstelle, deren Erwähnung ich zum nächsten Abschnitt verspare.

Es ist leicht einzusehen, dafs die hier beschriebenen Ladungserscheinungen gar nicht durch ein Laden im gewöhnlichen Sinne oder durch eine Anhäufung der freien Elektricität in dem dem Strome ausgesetzten Körper, welche, wegen seiner halbleitenden Natur, nicht sogleich verschwindet, erklärt werden können. Der Unterschied der Leiter und Halbleiter ist immer nur relativ. Die meisten sogenannten Halbleiter, z. B. Braunstein, Schwefelantimon, Wasser, Alkohol, obgleich sie den Metallen weit nachstehen, leiten doch so stark, dafs die ihnen im isolirten Zustande mitgetheilte Elektricität, durch eine einzige kurze Berührung verschwindet. Uebrigens ist das Auftreten der entgegengesetzten Elektricitäten in den beiden Enden der geladenen Leiter und die von selbst eintretende Wiederherstellung der elektrischen Kraft, wenn sie durch Ableitung aufgehoben worden, dieser Ansicht gerade entgegen. Die Umstände sind in Allem denen, welche bei einer gewöhnlichen elektrischen Säule stattfinden, so ähnlich, dafs es nicht in Zweifel gezogen werden kann, dafs einerlei Ursache in beiden Fällen den Erscheinungen zum Grunde liege. Es wird nur durch eine, durch den elektrischen Strom erregte, Spannung zwischen den kleinsten Theilen möglich, die Erscheinungen zu erklären, welche ein geladener Leiter darbietet. Diese Spannungen sind, wie bereits gezeigt worden ist, dem Zeichen nach derselben Art, wie die Differenzen, welche durch den Strom erzeugt waren. — Der Leiter äufsert nur ein Bestreben, in demselben Zustande zu verweilen, der während des Stromes stattfand, und widersteht den Einflüssen, welche diesen Zustand zu vernichten suchen. Auf das Vorhergehende gestützt, will

ich daher in der Elektricitätslehre folgendes Gesetz, welchem wenigstens die Mehrzahl der Leiter gehorcht, aufstellen:

Wenn ein elektrischer Strom durch einen Leiter geht, wird in ihm das Bestreben erweckt, die Differenzen der freien elektrischen Kräfte, die durch den Strom hervorgerufen wurden, zu behalten, oder mit andern Worten: *wenn die Elektricität in einem Leiter aus irgend einer Ursache im Zustande der Strömung ist, gehen die elektrischen Differenzen, die der Strom hervorbringt, zum Theil in Spannungen über.*

Dieser Satz ist ganz aus der Erfahrung genommen, und läfst sich nicht auf schon bekannte Gesetze zurückführen. Man kann sich einen geladenen Leiter unter dem Bilde eines elastischen Stabes vorstellen, der durch eine fremde Kraft eine von der natürlichen abweichende Form anzunehmen gezwungen ist, und nachdem jene zu wirken aufgehört hat, noch etwas von dem vorigen Eindrucke behält. Ist der Leiter homogen, d. h. nur aus einem und demselben Stoffe gebildet, und prismatisch, so ist die elektrische Differenz zweier Querschnitte desselben, welche nach Aufhören des Stromes noch besteht, ihrer Entfernung proportional. Theilt man daher in der Vorstellung den Leiter in immer kleinere prismatische Theile, so nehmen auch die den Endflächen entsprechenden Differenzen an Gröfse ab und verschwinden zuletzt gänzlich, nachdem die Theilung so weit gegangen ist, dafs jene unmittelbar an einander grenzen. Eine einzelne Spannung ist daher unendlich klein, oder wenn, wie wahrscheinlich ist, die kleinsten Theile der Körper einander nicht unmittelbar berühren, wenigstens unmerklich; aber dieselbe Spannung unendliche Male wiederholt, bildet zuletzt eine endliche Summe. Der Unterschied zwischen einer elektrischen Säule und einem geladenen Leiter liegt also darin, dafs jene eine endliche Anzahl Spannungen von bemerkbarer Gröfse, dieser aber eine unendliche Anzahl

Span-

Spannungen von unmerklicher Gröfse enthält. Weil, wie die Erfahrung zeigt, ein Kreislauf der Elektricität entsteht, wenn die Enden der geladenen Leiter der ersten Klasse durch einen zweiten Leiter der ersten Klasse aber unmittelbar verbunden werden, kann man sich von dem Vorgange der Ladung nicht die Vorstellung machen, dafs die Theilchen der Körper in der elektrischer Reihe ungleich verrückt werden, denn in diesem Falle würde eine Gegenspannung entstehen, die den Kreislauf hinderte. Der Strom, welcher in dem geladenen Leiter nach der Verbindung beider Pole entsteht, ist demjenigen nothwendig entgegengesetzt, durch welchen die Ladung erzeugt wurde, denn der Theorie der galvanischen Kette zufolge, ist die Summe der Spannungen, dem Zeichen nach, den Differenzen der elektrischen Kräfte, welche in den Gliedern der Kette nach der Schliefsung entstehen, entgegengesetzt; werden also diese Differenzen in Spannungen verwandelt, entsteht nothwendigerweise ein entgegengesetzter Strom, wenn ein einzelnes Glied an sich zur Kette geschlossen wird [1]). Aus eben dieser Ur-

1) Besonders merkwürdig ist der elektrische Zustand eines geladenen Leiters, wenn er in sich selbst zur Kette geschlossen wird. Betrachtet man die, Seite 210 gegebene, allgemeine Formel $D=-\frac{A}{L}y+O$ für diesen Fall, so findet man, dafs die elektrische Differenz zweier beliebigen Querschnitte immer Null seyn müfste. Es ist hier nämlich nicht nur der Leitungswiderstand y, sondern auch die Summe der Spannungen O eines beliebigen Theils des Leiters seiner Länge proportional; man hat also $L : y = A : O$. Nennt man hier den Rationsexponent n, wird $y=\frac{L}{n}$ und $O=\frac{A}{n}$. Führt man diese Werthe für y und O in die Formel ein, so wird $D=-\frac{A}{L}\times\frac{L}{n}+\frac{A}{n}$ $=-\frac{A}{n}+\frac{A}{n}=0$. Hier sind daher gar keine elektrische Differenzen, und, wenn der Leiter in einem Punkte mit der Erde in Verbindung steht, gar keine freie elektrische Kräfte vorhanden, und doch kreist die Elektricität. Die Spannungen und die durch den Strom erzeugten Differenzen verhalten sich hier wie zwei gleiche arithmetische Rei-

sache erleidet der ursprüngliche Strom durch die sich bildenden Spannungen eine gewisse Verminderung an Gröfse, die jedoch in den Fällen, wo keine Erregungsstellen im Umfange der Leiter vorkommen, relativ unmerkbar ist, und der in der vorhergehenden entwickelten Theorie keinen merkbaren Eintrag macht.

Die erste Anleitung zu den hier erwähnten Ladungsversuchen, welche, wenn auch nicht ganz neu [1]), doch nicht die Aufmerksamkeit auf sich gezogen haben, die sie

hen, die einander mit entgegengesetzten Zeichen gegenüber stehen und Glied gegen Glied aufheben. Auf eine andere Weise verhält es sich, wenn der geladene Leiter durch einen zweiten, dessen Leitungswiderstand gegen ihn nicht verschwindet, zur Kette geschlossen wird, oder wenn nur ein Widerstand des Ueberganges stattfindet. In diesem Falle haben die Spannungen über die Differenzen das Uebergewicht, denn hier wird $L:y > A:O$.

1) Das einzige Beispiel einer Ladung nach obiger Art, das ich kenne, findet sich in Neumann's *Handbuch der Physik*, neue Auflage, Bd. II S. 544. Unter der Rubrik: *Ladung eines Halbleiters*, lauten die Worte so: »Wird ein solcher (z. B. ein feuchter Papierstreifen) zur Verbindung beider Pole verwendet, so erhält er am positiven Pole $+E$, am negativen $-E$. Nimmt man ihn nun mittelst eines Glasstabes hinweg, so stellt sich das elektrische Gleichgewicht nicht sogleich wieder her; er behält eine Zeit lang dieses $+E$ und $-E$, und nur allmälig wird es schwächer.« Es ist mir unbekannt, woher der Verfasser das Angeführte, auf welches er die Erklärung der Ladungssäule von Ritter gründet, genommen hat. So viel ist zu ersehen, dafs eigene Erfahrung hier nicht zum Grunde liegt, denn der Versuch ist auf eine Weise beschrieben, auf die er nicht gelingen kann. Um die Ladung eines feuchten Papierstreifens auch mittelst des besten Condensators wahrnehmbar zu machen, werden, meiner Erfahrung nach, elektrische Differenzen erfordert, welche durch eine gewöhnliche Säule keineswegs hervorgebracht werden können. Auch das Verfahren, den geladenen Halbleiter isolirt zu prüfen, führt nicht zum Ziel, denn in diesem Falle können sich die *EE* der beiden Enden nicht in einem Elektrometer, und viel weniger in einem Condensator aufsammeln. Man merkt deutlich, dafs der Verfasser von hervorgerufenen Spannungen keine Idee hat, sondern schlechthin die Erscheinungen der geladenen Halbleiter auf einer gewöhnlichen Anhäufung der *EE* beruhen läfst, welche Annahme doch zur Erklärung der Ritter'schen Ladungssäule keineswegs hinreicht.

verdienen, gab mir der Zufall. Mein Freund und Verwandter Dr. Liljewalch, der während einiger Versuchen bei mir war, gerieth auf den Gedanken, den Schlag einer Leidner Flasche durch eine trockene Säule zu leiten, wobei zufälligerweise der positive Pol dem Conductor der positiv geladenen Flasche zugekehrt wurde. Nachdem jetzt die Säule mit einem Elektrometer in Verbindung gesetzt war, wurde eine ungewöhnlich starke Divergenz bemerkt, die, durch ableitende Berührung aufgehoben, sich mehre Male von selbst wieder erneute und erst allmälig verschwand. Ich erkannte bald, daſs die Ursache hiervon darin liegen müſste, daſs die geladene Flasche die Elektricität in gröſserer Menge zuführte, als sie die Säule durchzuleiten vermochte, und versuchte daher mit einer Aufstapelung von bloſsen Papierscheiben, durch ein ähnliches Verfahren, eine wirksame Säule zu erhalten. Ich fand meine Vermuthung bestätigt, aber nur mit Hülfe des Condensators war die Tension ihrer Pole wahrnehmbar. Nachher fand ich, daſs das Uebereinanderlegen der Papierschichten nicht nothwendig war, denn der Versuch gelang noch besser mit zusammenhängenden Papierstreifen. Dieſs veranlaſste mich auch, andere Halbleiter, z. B. verschiedene Metalloxyde und Schwefelmetalle, zu versuchen. Auf diese Weise leitete ich mich zu dem oben angeführten Ladungsgesetze, das, wie es sich nachher deutlich zeigen wird, mit glücklichem Erfolge bei der Erklärung der Ritter'schen Ladungssäule und des Wogens der Kraft einer gewöhnlichen Säule, zum Grunde gelegt werden kann.

(Schluſs im nächsten Heft.)

II. *Versuche über die Anwendung von Kupfervitriollösung und Eisenplatten zu voltaischen Batterien*; *von A. Fyfe in Edinburgh.*

Zu diesen Versuchen diente ein Trogapparat von 30 Plattenpaaren (das Kupfer 3 Zoll im Quadrat, das Zink 3 Zoll lang und 0,5 breit), in dessen Kreis ein mit Glaubersalzlösung gefülltes Voltameter eingeschaltet war. Geladen mit 163,3 Gran Vitriolöl und 60 Unzen Wasser, gab er in seinem Voltameter 0,55 Kbzll. Wasserstoffgas. Geladen mit 3×163,3, also 490 Gran Vitriolöl und 60 Unzen Wasser, lieferte er nahe drei Mal so viel Gas, d. h. 1,6 Kbzll. Es hätten aber 15,75 Kbzll. entwickelt werden müssen, folglich gingen auch jetzt noch 14,15 Kbzll. verloren. Bei Anwendung von 1470 Gran Vitriolöl war dieser Verlust nicht geringer.

1250 Gran Kupfervitriol, entsprechend 490 Gran Vitriolöl, in 60 Unzen Wasser zur Ladung angewandt, lieferten 4,5 Mal so viel Gas, als die 490 Gran Vitriolöl bei gleicher Verdünnung, nämlich 7,2 Kbzll., so dafs nur 15,75—7,2=8,55 Kbzll. verloren gingen. Dagegen gab eine Ladung von 1250 Gran Kupfervitriol, 600 Gran Kochsalz und 60 Unzen Wasser an Gas 12,4 Kbzll., also nur 3,35 Kbzll. zu wenig, und noch gröfser war die Gasmenge bei einer Ladung von 1250 Gran Kupfervitriol, 1040 Gran Salpeter und 60 Unzen Wasser; sie betrug nämlich 13,2 Kbzll. oder blofs 2,55 Kbzll. zu wenig. Bei Anwendung dieser Salzlösungen ist die Wirkung des Apparats jedoch langsamer, wiewohl auch anhaltender.

Bei Ersetzung der Zinkplatten durch Platten von Eisenblech wurde mit Schwefelsäure zwar anfangs eine lebhafte Wirkung erhalten, die aber bald sehr abnahm. Bei Anwendung von Kupfervitriol, entweder für sich oder mit Zusatz von Kochsalz oder Salpeter, wurde indefs sehr nahe dieselbe Menge Wasserstoffgas im Voltameter erhalten, als mit den Zinkplatten unter gleichen Umständen. Selbst Platten von Gufseisen thaten dieselben Dienste. — Herr Fyfe ist daher der Meinung, dafs gufseiserne Platten und reine, oder mit den genannten Salzen versetzte Kupfervitriollösung mit Vortheil zur Construction voltaischer Batterien angewandt werden könnten. (Ausz. aus dem *Phil. Mag. Ser. III. Vol. XI. p.* 145.)

III. *Neue Beobachtungen über voltaische Ströme, erregt durch chemische Tendenzen*; *von* C. F. Schönbein.

Im vorigen Hefte der Annalen habe ich mehre Thatsachen angeführt, welche beweisen, daſs voltaische Ströme erregt werden können unter Umständen, wo, wenigstens allen bisherigen Annahmen der Chemiker gemäſs, in den die Kette constituirenden Theilen keine chemischen Veränderungen stattfinden. Indem ich den bisherigen Begriff „chemische Thätigkeit" ausdehnte, suchte ich die von mir erhaltenen und scheinbar zu Gunsten der Contacthypothese sprechenden Resultate in Einklang zu bringen mit den Grundsätzen der chemischen Theorie. Es sind seither von mir weitere Untersuchungen über diesen Gegenstand angestellt worden, von deren Ergebnissen in dem vorliegenden Aufsatze hauptsächlich die Rede seyn soll.

Herr de la Rive führt in einer neulich erschienenen Abhandlung (*Philosoph. Magazine.* Septemberheft [1]) die merkwürdige Thatsache an, daſs Stahl, voltaisch combinirt mit Platin, in Kalilösung Jahre lang liegen könne, ohne im mindesten sich zu oxydiren, und zieht aus diesem Factum den Schluſs, daſs Volta's Ansicht unrichtig sey, weil gemäſs derselben unter den angegebenen Umständen ein Strom hätte entstehen, d. h. Wasser zersetzt und das positive Eisen oxydirt werden sollen. Aus Versuchen anderer Chemiker ist bekannt, das Eisen, für sich allein in chemisch reinem (namentlich luftreinem) Wasser aufbewahrt, durchaus rostfrei bleibt, also diese beiden Substanzen bei gewöhnlicher Temperatur nicht chemisch auf einander wirken. Das Gleiche gilt noch von

1) Siehe Ann. Bd. XXXX. S. 355 und 515. P.

einer Reihe anderer Metalle, z. B. von Zink, Zinn, Blei u. s. w. Gemäfs dem obersten Grundsatze der chemischen Theorie des Genfer Naturforschers könnte nun durchaus kein Strom entstehen, wenn eines der genannten Metalle, mit Platin combinirt, in Wasser gebracht würde. — Hat aber meine neulich entwickelte Ansicht Grund, nach welcher nämlich schon in der Tendenz zweier Stoffe, sich chemisch zu verbinden, eine Ursache zur Störung ihres elektrischen Gleichgewichtes liegt, so ist klar, dafs, wenn z. B. Eisen und chemisch reines Wasser in unmittelbare Berührung kommen, das Bestreben des erstern mit dem Sauerstoff des letztern, wie auch die Tendenz des Wassers, mit dem Protoxyd des Eisens sich zu verbinden, unter den geeigneten Umständen einen Strom erregen müssen, welcher, in Bezug auf Richtung, vollkommen übereinstimmt mit einem durch wirkliche Oxydation des Metalles hervorgerufenen Strome.

Das Ergebnifs der folgenden Versuche scheint zu Gunsten der von mir aufgestellten Hypothese zu entscheiden. Ein Stück Eisendraht liefs ich einige Zeit in chemisch reinem, kochendem Wasser liegen, um alle dem Metalle anhängende Luft zu verjagen; hierauf wurde dasselbe in ausgekochtes, destillirtes Wasser von gewöhnlicher Temperatur gebracht, und vermittelst Platin mit dem einen Ende des Galvanometerdrahts leitend verbunden. Tauchte ich nun einen zweiten Platindraht, der mit dem andern Ende des Galvanometerdrahts communicirte, in das Wasser, so entstand ein Strom, der vom Eisen durch die Flüssigkeit zum Platin ging und continuirlich war. Die Nadel meines Galvanometers wurde unter den angegebenen Umständen um etwa 40° abgelenkt, welche Abweichung bei der grofsen Empfindlichkeit des Instruments allerdings nur einen äufserst schwachen Strom andeutet. Indessen geht, wie man leicht einsieht, bei dem beschriebenen Versuche nicht das ganze Quantum des erzeugten Stromes durch den Galvanome-

terdraht; indem ein Theil desselben von dem Eisen durch das Wasser in das Platin sich begiebt, welches mit ersterem Metall in unmittelbarer Berührung steht. In der That ist der Abweichungswinkel auch etwas gröfser, wenn man den in Wasser tauchenden Eisendraht vermittelst seines freien Endes mit dem Galvanometer unmittelbar communiciren läfst. Allein um dem Einwurfe zu begegnen, dafs der beobachtete Strom hätte erregt werden können durch die Oxydation derjenigen Theile des Eisens, welche zugleich die Luft und das Wasser begrenzen, liefs ich dieses Metall gänzlich in die Flüssigkeit eintauchen. Es versteht sich von selbst, dafs, wenn die Leitungsfähigkeit des Wassers erhöht wurde durch Zusatz einer Substanz, die nicht auf das Eisen chemisch einwirkt, wie z. B. Kali, die Stärke des Stromes sich ebenfalls steigerte.

Noch habe ich nicht ausgemittelt, ob die Temperatur einen Einflufs auf die Stärke des Stromes ausübt, der unter den vorhin angegebenen Umständen erregt wird. Da bei der Rothgluth die Affinität des Eisens zum Sauerstoffe so grofs ist, dafs dieselbe diejenige des Wasserstoffes zu jenem Elemente überwiegt, so werden wir wohl auch annehmen dürfen, dafs die Tendenz des Eisens, mit dem Sauerstoff des Wassers sich zu verbinden, um so viel intensiver seyn werde, je höher die Temperatur des das Metall berührenden Wassers ist. Indem ich Grund habe zu vermuthen, dafs die Stärke eines Tendenzstromes (man sehe nur vorerst noch den Gebrauch dieses Terminus nach) bedingt werde durch den Grad der Affinitätsthätigkeit, welche zwischen den nach Verbindung strebenden Körpern stattfindet, halte ich es auch für sehr wahrscheinlich, dafs Eisen in heifsem Wasser einen stärkern Strom erregt, als der ist, welchen dieses Metall in kaltem Wasser hervorruft; oder ganz allgemein ausgedrückt, dafs unter übrigens gleichen Umständen die Stärke des Tendenzstromes dem Temperaturgrade der

denselben erregenden Substanzen proportional ist. Ich werde übrigens nicht ermangeln, sobald mir die hierzu nöthige Zeit wird, durch Versuche die Richtigkeit oder Grundlosigkeit der so eben geäufserten Ansicht darzuthun.

Aehnliche Versuche, wie mit dem Eisen, stellte ich auch mit Zink, Kadmium, Kupfer, Blei, Zinn, Silber und Quecksilber an, mit Metallen also, von welchen die Chemiker behaupten, dafs sie bei gewöhnlicher Temperatur das Wasser nicht zersetzen, und durch alle wurden Ströme erregt, welche in Beziehung auf Richtung gleich demjenigen waren, den das Eisen veranlafst. Allerdings verursachten diese Metalle verschieden grofse Abweichungen der Galvanometernadel; so z. B. wurde letztere von dem Zinke stärker als von dem Eisen, von diesem wieder stärker als von dem Kupfer abgelenkt; dieses abweichende Verhalten erklärt sich aber sehr genügend aus der verschieden grofsen Affinität besagter Metalle zum Sauerstoff des Wassers. Bei diesem Anlafs will ich bemerken, dafs die relative Gröfse der Affinität eines jeden Metalls zu dem Sauerstoff durch das Galvanometer genau gemessen werden könnte, wenn das Stromleitungsvermögen dieser Stoffe, wie auch der Widerstand gleich grofs wäre, den ein Strom erfährt, indem derselbe von dem metallischen Leiter in den flüssigen, oder von diesem in jenen tritt. Sind aber einmal diese Widerstandsverschiedenheiten genau ausgemittelt, so kann man, meiner Meinung nach, wenn denselben Rechnung getragen wird, die Verwandtschaftsgrade der Metalle, in Beziehung auf den Sauerstoff, durch Zahlen ausdrücken.

Es ist wohl hier der schicklichste Ort, die Frage zu beantworten, warum das Eisen sich nicht oxydirt, wenn dasselbe, nach de la Rive's Weise, mit Platin combinirt, in kalihaltiges Wasser gebracht wird. Wie weiter oben angegeben worden ist, entsteht unter diesen Umständen, im Widerspruche mit der Annahme des Genfer Physikers, in der That ein Strom, und zwar ein solcher,

für welchen das Eisen sich als Anode verhält, und der stetig ist. Es ist eine wohl bekannte Thatsache, dafs Ströme von sehr geringer Intensität durch Elektrolyten gehen können, ohne dafs diese durch jene zersetzt werden. Da nun der in dem fraglichen Falle erzeugte Strom nach dem Zeugnifs des Galvanometers ein ganz aufserordentlich schwacher ist, so darf man von demselben auch nicht erwarten, dafs er Wasser zersetze und das Eisen oxydiren helfe. Gesetzt aber auch, was, wie schon bemerkt, durchaus nicht der Fall ist, es würde durch den schwachen Strom wirklich etwas Wasser zersetzt, so folgt hieraus noch ganz und gar nicht, dafs der abgeschiedene Sauerstoff mit dem positiven Eisen sich verbinde; denn meine neuern Beobachtungen über die Passivität dieses Metalles haben gezeigt, dafs dasselbe als positive Elektrode chemisch indifferent gegen den Sauerstoff sich verhalten kann.

Man dürfte mir vielleicht entgegnen, dafs die Behauptung: der vom Eisen erzeugte Tendenzstrom vermöge, seiner Schwäche wegen, das Wasser in dem de la Rive'schen Versuche nicht zu zersetzen, im Widerspruche stehe mit der Erklärung, welche ich in meiner letzten Abhandlung über das Verschwinden des mit Platin combinirten Bleihyperoxydes in Salpetersäure oder in Kupfervitriollösung gegeben habe. Allerdings habe ich dort einem Tendenzstrome das Vermögen der Wasserzersetzung zugeschrieben, und ich mufs daher, um Mifsverständnisse zu verhüten, mich über jene unvollständige Erklärung hier näher aussprechen.

Ohne allen Zweifel beruht das fragliche Verschwinden des Bleihyperoxydes darauf, dafs letzteres durch Wasserstoff zu Protoxyd reducirt wird. Dieser desoxydirende Wasserstoff kann aber offenbar von nichts anderem als von Wasser herrühren, und es mufs also diese Verbindung auf irgend eine Weise zersetzt werden. Wie ich nun in meiner letzten Abhandlung gezeigt habe, ver-

hält sich das Bleihyperoxyd zu dem mit ihm verbundenen Platin innerhalb der genannten Flüssigkeiten negativ; man kann daher kaum umhin, einzig dem unter diesen Umständen entstehenden Strome die Wasserzersetzung, und dem an dem negativen Bleihyperoxyd ausgeschiedenen Wasserstoff die fragliche Reduction zuzuschreiben. Aber bei einer genauern Untersuchung der in diesem Falle vorkommenden Umstände findet man, daſs der Tendenzstrom für sich allein die Zersetzung des Wassers nicht bewerkstelligt, sondern daſs zu diesem chemischen Resultate noch sehr wesentlich beiträgt die Affinität, welche das zweite Mischungsgewicht Sauerstoff des Bleihyperoxyds gegen den Wasserstoff des Wassers äuſsert.

Wie sonderbar manchem Chemiker eine solche Behauptung auch klingen mag, so glaube ich doch, die Richtigkeit derselben werde durch folgende Thatsache auſser Zweifel gestellt. Bringt man das mit Bleihyperoxyd bedeckte Ende eines Platindrahtes in Kupfervitriollösung, und zwar so, daſs auch noch nackte Theile des Metalles in die Flüssigkeit tauchen, und biegt man hierauf den Draht in der Weise um, daſs dessen anderes Ende ebenfalls in die Salzlösung eintritt, so verhält sich bekanntlich das erstere Ende zu dem letztern negativ. Würde nun durch den unter diesen Umständen eintretenden Strom für sich allein schon Wasser zersetzt, so müſste nothwendig auch an den nackten Theilen des negativen Endes Wasserstoff sich ausscheiden, oder vielmehr Kupfer dort sich niederschlagen. Dieſs geschieht nun aber merkwürdiger Weise nicht, indem das Platin vollkommen weiſs bleibt.

Aus dieser Thatsache, wie mir scheint, kann keine andere Folgerung gezogen werden, als diejenige, daſs die Wasserzersetzung nur da stattfindet, wo sich Bleihyperoxyd befindet, daſs mithin letzteres wesentlich zur Er-

zielung dieses Resultates erforderlich ist [1]). Die in Rede stehende und in wissenschaftlicher Hinsicht so interessante Zersetzung findet, meiner Ansicht nach, auf folgende Weise statt. Der durch die chemische Tendenzaction zwischen dem Bleihyperoxyd und einer der vorhin genannten Flüssigkeiten erregte Strom, bewirkt im Augenblick seines Auftretens, daſs die Wasseratome, welche in gerader Linie zwischen den Elektroden liegen, so gerichtet werden, daſs sie ihre Sauerstoffseite der Anode, die Wasserstoffseite der Kathode, also dem Bleihyperoxyde zuwenden, und überdieſs, daſs in den Sauerstofftheilchen besagter Wasseratome das Bestreben erregt wird, nach der Anode, in den Wasserstofftheilchen nach der Kathode zu gehen. Eine wirkliche Bewegung dieser Elemente nach den angegebenen Richtungen hin, oder eine Elektrolysation des Wassers vermag der Tendenzstrom nicht zu bewerkstelligen, indem dessen zersetzende Wirkung auf die genannte Flüssigkeit die chemische Affinität je zweier ursprünglich mit einander verbundener Sauerstoff- und Wasserstofftheilchen zu einander nicht überwiegt. Es versetzt mit andern Worten der Tendenzstrom im günstigsten Falle die Wasseratome in einen solchen Zustand, daſs das Bestreben ihrer Bestandtheile, von einander sich zu trennen, eben so stark ist, als deren Tendenz, mit einander verbunden zu bleiben, oder daſs die entgegengesetzten Wirkungen des Stromes und der Affinität sich das Gleichgewicht halten. Es ist nun klar, daſs dieses Gleichgewicht in den zwischen den Elektroden liegenden Wasseratomen gestört und eine Zersetzung derselben erfolgen muſs, sobald die geringste additionelle Anziehung an der Seite der Anode oder Kathode gegen das eine oder das andere Element des Wassers eintritt. Eine solche Anziehung übt aber das zweite Mischungsgewicht

1) Der partielle Strom, der von dem Bleihyperoxyd durch die Flüssigkeit in die nackten Platintheile geht, und welcher letztere positiv macht, kommt hier offenbar in keinen Betracht.

des in dem Bleihyperoxyd enthaltenen Sauerstoffes gegen den Wasserstoff des dem vorigen zunächst gelegenen Wasseratomes aus. Letzteres wird also zersetzt, während der aus ihm freigewordene Sauerstoff mit dem Wasserstoff des zweiten Wasseratomes sich verbindet. Die Zerlegung und Wiederbildung des Wassers geht, wie bei jeder gewöhnlichen Elektrolysation, fort, bis alle auf der Zersetzungsachse des Stromes gelegenen Wasseratome diese Veränderungen erfahren haben, und endlich der Sauerstoff frei an der Anode auftritt. Natürlich muſs durch die besagte Wasserzersetzung, oder vielmehr durch die Desoxydation des Bleihyperoxydes ein Strom entstehen, für welchen letzteres die Kathode ist. Dieser Strom würde hinreichen, für sich allein schon einen neuen Antheil Wassers zu zersetzen, allein derselbe (der Strom) wird entweder gänzlich aufgehoben, oder bis zu einem Minimum vermindert durch einen zweiten Strom, welcher erregt wird, in Folge der chemischen Verbindung des entstandenen Bleiprotoxyds, entweder mit der Schwefelsäure (bei Anwendung von Kupfervitriollösung), oder mit Salpetersäure, und welcher Strom in einer Richtung sich bewegt, entgegengesetzt derjenigen, nach welcher der durch die Desoxydation des Bleihyperoxydes erregte Strom kreist. Es heben sich demnach diese Ströme, im Falle sie gleiche Stärke haben, gegenseitig auf, welches letztere aus theoretischen und thatsächlichen Gründen wahrscheinlich ist. Wie es nun auch immer um die Richtigkeit der so eben gegebenen Erklärung stehen mag, so viel scheint mir jedenfalls aus der Zersetzung des Bleihyperoxydes unter den oben angegebenen Umständen sich zu ergeben, daſs ein Tendenzstrom allein das Wasser nicht zu zersetzen im Stande ist.

Es erhellt ferner aus der vorangehenden Auseinandersetzung, daſs der Versuch de la Rive's mit Stahl, Platin und Kalilösung einen Fall darbietet, wesentlich verschieden von demjenigen, den wir in dem mit Platin

combinirten und in Salpetersäure oder Kupfervitriollösung eintauchenden Bleihyperoxyd haben. Es ist unstreitig in wissenschaftlicher Hinsicht überhaupt, besonders aber in Beziehung auf die Theorie der voltaischen Säule von großer Wichtigkeit, zu wissen, ob durch Tendenzströme Elektrolyten zersetzt werden können oder nicht. Wenn nun auch diese Frage in dem erwähnten Versuche de la Rive's und in den vorhin besprochenen Thatsachen, wenigstens was das Wasser betrifft, beantwortet zu seyn scheint, so glaubte ich doch noch weitere Untersuchungen anstellen, auch andere Elektrolyten, als nur das Wasser, der Einwirkung von Tendenzströmen unterwerfen, und namentlich, anstatt mit bloßen Ketten, mit Säulen operiren zu müssen, um mit Sicherheit über einen so wichtigen Punkt entscheiden zu können.

Zu diesem Behufe construirte ich mir eine Säule, in welcher jede chemische Thätigkeit möglichst ausgeschlossen war, und in der hauptsächlich nur ein Tendenzstrom kreist. Diese Art von Säule gehört in einigen Beziehungen gewiß zu den merkwürdigsten, welche man bis jetzt kennen gelernt hat, und liefert zu gleicher Zeit einen der schönsten Beweise für die Richtigkeit der chemischen Theorie über die Entstehung der hydroelektrischen Ströme. Es ist eine Säule, deren Elemente aus zwei Metallen bestehen, die in der Spannungsreihe der Voltaisten sehr weit aus einander stehen, und deren flüssiger Leiter zu den besten gehört, welche wir besitzen, eine Säule also, die nach den Grundsätzen der Contacthypothese eine verhältnißmäßig außerordentliche Wirksamkeit äußern sollte. Die fragliche Säule nämlich bestand aus zwölf voltaischen Elementen, von denen jedes aus einem fünfzölligen Platindraht und einem eben so langen passiven Eisendraht zusammengesetzt war. Als excitirende Flüssigkeit wendete ich chemisch reine Salpetersäure von 1,35 an, und verband das Ganze zu einem Becherapparate. Die Construction einer solchen Säule

ist in wenigen Minuten vollendet. Zuerst wird ein gewöhnlicher Eisendraht an einem seiner Enden mit dem einen Ende eines Platindrahtes durch Verschlingung verbunden, und hat man sich eine beliebige Menge solcher Combinationen verfertigt und eine entsprechende Anzahl von Bechern gefüllt, so taucht man zuerst das freie Ende des Platindrahtes eines Elementes in jene ein, und läfst hierauf das freie Ende des Eisendrahtes, der dem gleichen Elemente angehört, ebenfalls in die saure Flüssigkeit eintreten.

Wie aus meinen frühern Versuchen bekannt ist, wird unter den angegebenen Umständen das Eisen passiv. Auf diese Weise lassen sich nun mit gröfster Leichtigkeit die Eisendrähte aller Elemente in den passiven Zustand versetzen. Versteht sich von selbst, dafs letztere nach dem Schema der voltaischen Säule geordnet werden. Setzt man nun die Enden eines Galvanometerdrahtes mit den Polen einer solchen Säule in leitende Verbindung, so wird die Nadel des Multiplicators gar nicht afficirt, wenn dieses Instrument nicht einen ziemlich hohen Grad von Empfindlichkeit besitzt; wenn diefs aber der Fall ist, so erhält man eine Ablenkung, welche zeigt, dafs das Eisenende der positive Pol der Säule ist. Läfst man deren Elektroden in gesäuertes Wasser eintauchen, so erscheint an denselben auch nicht das geringste Glasbläschen, und ersetzt man das Wasser durch die für elektrische Ströme so empfindliche Kupfervitriollösung, so schlägt sich an der negativen Elektrode auch nicht eine Spur von Kupfer nieder, wie lange auch der Strom durch die Flüssigkeit gehen mag. Auch findet, wie sich diefs eigentlich von selbst versteht, an den in die Säure eintauchenden Enden der die Säule constituirenden Elemente durchaus keine Gasentwicklung statt.

Aus dieser Thatsache erhellt, dafs der in der Säule kreisende Tendenzstrom äufserst schwach, und nicht im Stande ist, das auf seiner Bahn liegende Wasser zu zer-

setzen. Da nun nach den Beobachtungen Faraday's unter allen Elektrolyten das Wasser am schwierigsten zersetzbar ist, so läſst es sich wohl denken, daſs unser Tendenzstrom doch noch intensiv genug wäre, um z. B. das so leicht zu elektrolysirende Jodkalium zu zerlegen.

Um auszumitteln, ob dieſs der Fall sey, wurde ein Bischen Stärkekleister mit einigen Tropfen einer Auflösung des genannten Jodmetalles zersetzt und in den Kreis des Stromes gebracht. Es zeigte sich nun allerdings um den positiven Poldraht herum einige Färbung, indessen war dieselbe äuſserst schwach, und manchmal muſsten einige Minuten nach Schlieſsung der Säule vergehen, ehe irgend eine Farbenveränderung wahrgenommen werden konnte. Dieſs ist namentlich der Fall, wenn man den Versuch nicht unmittelbar nach dem Aufbau der Säule anstellt. Daſs diese anfänglich etwas stärker auf das Jodkalium wirkt als später, rührt ohne Zweifel davon her, daſs die Spuren von Eisenoxyd, welche an den eintauchenden Eisendrahttheilen haften, in Salpetersäure sich auflösen, und dadurch einen Strom erzeugen. Wie lange man indessen auch mit Anstellung des Versuches wartet, immer wird doch noch um den positiven Poldraht der Kleister ein Bischen gefärbt.

Allein hieraus scheint mir noch keinesweges zu folgen, daſs die Zersetzung des Jodkaliums durch einen Tendenzstrom bewerkstelligt wird; denn betrachten wir unsere Säule näher, so werden wir bemerken, daſs in derselben nicht jede, mit wirklichem Erfolg begleitete, chemische Thätigkeit ausgeschlossen ist. Eine solche findet, wie man sich leicht durch den Augenschein überzeugen kann, da statt, wo der Eisendraht die Säure verläſst und in die Luft tritt, indem dort das Metall nach einiger Zeit etwas angegriffen erscheint. Man hat also allen Grund anzunehmen, daſs der in unsrer Säule kreisende Strom eine doppelte Ursache hat; eine in der Tendenz des in Salpetersäure tauchenden Eisens, sich mit

dem Sauerstoffe dieser Flüssigkeit zu verbinden (siehe meine letzte Abhandlung), eine andere in der langsamen Oxydation des gleichen Metalles, welche auf dem Spiegel der Säure stattfindet.

Wenn nun dieser zusammengesetzte Strom schon so schwach ist, um kaum noch Spuren von Jodkalium zersetzen zu können, so dürfen wir wohl annehmen, dafs der Stromtheil, welcher seine Entstehung einer bloſsen Tendenzaction verdankt, für sich allein nicht mehr chemisch zersetzend wirken würde. Setzen wir aber auch den ganz unwahrscheinlichen Fall, dafs das, was wir als einen zusammengesetzten Strom betrachten, wirklich nur durch chemische Tendenz erregt sey, so läfst sich leicht zeigen, dafs ein Strom, durch wirkliche chemische Thätigkeit erzeugt, an zersetzender Kraft den in Rede stehenden Strom unserer Tendenzsäule um Vieles übertrifft. Zu dem Ende braucht man nur in letzterer auf irgend eine Weise den positiven Eisendraht eines Elementes innerhalb der Salpetersäure in den chemisch thätigen Zustand zu versetzen, z. B. durch Berührung mit einem activen Metalldrahte, oder durch starke Erschütterung. — Wurde im Zustande der chemischen Ruhe aller Eisendrähte der Säule der Kleister an einem Punkte kaum violett gefärbt, so wird unmittelbar, nachdem auch nur ein einziger Eisendraht thätig gemacht worden ist, ein starker, schwarzblauer Flecken um den positiven Poldraht entstehen, welcher erstere um so rascher an Gröfse und Intensität der Farbe zunimmt, je mehr Eisendrähte activ gemacht werden. Die nämliche Säule, die anstatt zwölf unthätiger Drähte eben so viele thätige hat, zersetzt aber nicht blofs das Jodkalium mit grofser Lebhaftigkeit, sondern auch das Wasser, und, wie sich diefs von selbst versteht, es geht ein ähnlicher Wasserzersetzungsprozefs auch an jedem einzelnen voltaischen Elemente der Säule vor sich.

Wenn nun irgend eine Thatsache den ursächli-

chen

chen Zusammenhang zwischen chemischer Thätigkeit und einem hydroelektrischen Strome in ein klares Licht setzt, so ist es sicherlich diejenige, von welcher so eben die Rede gewesen, und nur der scheint mir ihre Beweiskraft zu Gunsten der chemischen Theorie absprechen zu können, dessen Urtheil durch eine vorgefafste Meinung zum Voraus bestimmt ist. Da das, was ich chemischen Tendenzstrom nenne, in manchen Fällen offenbar nichts anderes ist, als der elektrische Zustand, welchen die Voltaisten als die Wirkung ihrer elektromotorischen Kraft, oder des Contactes betrachten, so ergiebt sich aus den vorigen Angaben noch die ganz specielle, und für die Theorie der Säule so höchst wichtige Folgerung: dafs die Anhänger der Contacthypothese, selbst in dem Falle, wo man ihnen die Erregung der Elektricität durch Berührung wirklich zugäbe, mit Unrecht dieser Elektricität irgend eine chemische Zersetzungskraft zuschreiben, mit andern Worten, dafs die Zersetzung des Wassers sowohl, als diejenige anderer Elektrolyten durch hydroelektrische Säulen nur demjenigen Strome beizumessen ist, der in Folge einer, mit Erfolg begleiteten, chemischen Thätigkeit erregt wird, und dafs der Tendenz-, oder wenn man lieber will der Contactstrom keinen, wenigstens keinen wirklichen Antheil an der Elektrolysation hat. Mit diesem, aus meinen Untersuchungen erhaltenen Resultat steht nun auch die wichtige Entdeckung Faraday's im schönsten Einklang, gemäfs welcher die Menge des durch einen Strom zersetzten Elektrolyten proportional ist der Quantität des während der Zersetzung sich oxydirenden Metalles der Säule, dafs z. B. der durch die Oxydation eines Mischungsgewichtes Zink erregte Strom genau ein Mischungsgewicht Wasser elektrolysirt.

Basel, den 10ten Januar 1838.

IV. *Ueber die Natur der in geschliffenen Diamanten beobachteten Linien und deren Wirkung bei Linsen aus solchen Diamanten; von HH. Trécourt und Oberhäuser.*

Eine im britischen Naturforscher-Verein vom Doctor Brewster für neu ausgegebene, und als Beweis der vegetabilischen Herkunft der Diamanten ausgelegte Thatsache giebt uns Gelegenheit, die Akademie und die auswärtigen Physiker daran zu erinnern, daſs wir es sind, die zuerst das Daseyn zahlreicher und sehr feiner Linien in den zu mikroskopischen Linsen geschliffenen Diamanten beobachtet haben. Diese Thatsache wurde von uns in dem wissenschaftlichen Feuilleton des *Reformateur* für das Jahr 1835 bekannt gemacht. Auch die wahre Natur dieser Linien, welche kleine, prismatische Kanäle sind, wurde damals von uns angegeben. Wir besitzen noch zwei in jener Zeit geschliffene Linsen mit sehr deutlichen Linien, welche, wie gesagt, leer bei der Krystallisation gebliebene Zwischenräume sind, und nicht, wie Dr. Brewster behauptet, Gränzen von eben so vielen an Dichte verschiedenen Schichten. An unsern Linsen erkennt man mehre Systeme solcher parallelen Linien in verschiedenen Richtungen gegen die Spaltbarkeit, und viele derselben zeigen sich nur an ihren Enden, d. h. in Gestalt von Punkten. Wenn diese Linien der Vollkommenheit der Linsen schaden, so geschieht es nicht vermöge einer ungleichen Brechkraft, sondern weil sich in ihre Oeffnungen roher Diamantenstaub (*parcelles d'égrisé*) setzt, der später heraus geht, Risse macht und die Politur verdirbt. Diesem Uebelstande kann mit Geduld abgeholfen werden. Ueberdieſs darf man die Unvollkommenheit der Diamantlinsen nicht den besprochenen Linien zuschreiben, sondern den Schwierigkeiten der Bearbeitung, die indeſs nicht unübersteiglich sind. (*Compt. rend. T. V. p.* 637.)

V. *Beiträge zur Krystallographie; von* Carl Friedrich Naumann.

Wenn die Krystallographie einerseits durch die von Weifs aufgestellte Lehre von den *Axen* einer analytisch geometrischen Behandlung entgegengeführt worden ist, so hat sie andrerseits in dem, von demselben Krystallographen aufgestellten Gesetze der *Zonenbildung* eine Nachweisung darüber erhalten, warum die Natur vorzugsweise nur diese und jene, und keine andere, immer aber nur solche Formen producirt hat, welche unter dem Gesetze rationaler Ableitungszahlen stehen. Sie verdankt daher den Arbeiten jenes ausgezeichneten Forschers nicht nur eine rationellere mathematische Begründung, sondern auch eine Einsicht in das aufserdem räthselhafte Naturgesetz, welches die Krystallformen beherrscht.

In meinem Lehrbuche der Krystallographie habe ich zwar die analytisch-geometrische Methode so viel als möglich anzuwenden gesucht, die Zonenlehre dagegen keiner Bearbeitung unterworfen. Ich werde daher diese Lücke in dem gegenwärtigen und einem nachfolgenden Aufsatze auszufüllen versuchen, und dabei auch die trefflichen Arbeiten berücksichtigen, welche Neumann und Quenstedt für diesen Theil der Krystallographie geliefert haben [1]).

Einleitende Erläuterung.

Unter einer *Zone von Krystallflächen*, oder unter einer *Zone* schlechthin versteht Weifs einen Inbegriff

1) Ob jedoch die bisherige Nichtberücksichtigung der graphischen Methode in den krystallographischen Lehrbüchern zu dem Vorwurf berechtige, dafs sie nur *abstracte* Formen festhielten und durch *Theorien* das Gebiet der Krystallographie zu erweitern suchten, diefs erlaube ich mir zu bezweifeln.

von lauter solchen Krystallflächen, welche einer und derselben Linie im Raume parallel sind. Diese Linie selbst nennt er die *Zonenaxe*, wofür wir das Wort *Zonenlinie* [1]) gebrauchen wollen, um das Wort Axe ausschliefslich den eigentlichen krystallographischen Axen vorzubehalten. Jede Zone wird natürlich durch die Zonenlinie, und diese wiederum durch je zwei beliebige Flächen der Zone bestimmt. Dabei ist es zwar an und für sich ziemlich gleichgültig, welche zwei Flächen man wählt; doch wird man durch ein Flächenpaar immer leichter und schneller zum Ziele gelangen, als durch ein anderes. Von denjenigen Flächen, welche die einfachste Bestimmung einer Zone gewähren, wollen wir künftig sagen, dafs sie die Zone charakterisiren.

Immer aber bleibt es vom krystallographischen Gesichtspunkte aus die natürlichste, und vom analytisch-geometrischen Gesichtspunkte aus die richtigste Auffassungsweise der Zonenlinie, wenn man sie als den Durchschnitt zweier Flächen sich denkt. Denn die Flächen sind an allen Krystallformen das zunächst und unmittelbar Gegebene, und die ganze analytisch-geometrische Darstellungsweise der Linie beruht auf der Vorstellung, dafs sie der Durchschnitt zweier Flächen sey [2]).

Eine Zone wird durch die projicirenden Ebenen der Zonenlinie charakterisirt.

Es seyen in einem rechtwinklichen oder orthoëdrischen Axensysteme irgend zwei Krystallflächen F und

1) Welches also hier in ganz anderm Sinne zu nehmen ist, als bei Neumann, in seinen Beiträgen zur Krystallonomie, S. 11 u. f.

2) Streng genommen sind es nicht die Gleichungen zweier Projectionen, wie fast in allen Lehrbüchern der analytischen Geometrie gesagt wird, sondern die Gleichungen zweier projicirenden Ebenen, wodurch die Linie bestimmt wird.

F' gegeben, welche einer zu betrachtenden Zone angehören; ihre Gleichungen seyen [1]):

$$\frac{x}{a}+\frac{y}{b}+\frac{z}{c}=1 \text{ und } \frac{x}{a'}+\frac{y}{b'}+\frac{z}{c'}=1.$$

Die zu betrachtende Zone wird nun allerdings durch die beiden Flächen F und F', oder auch durch irgend ein anderes Paar ihrer Flächen bestimmt; allein, welche Flächen sind es, die sie charakterisiren? Offenbar nur diejenigen, welche sich analytisch-geometrisch als die projicirenden Ebenen der Zonenlinie, d. h. als die projicirenden Ebenen der Durchschnittslinie von F und F' bestimmen.

Die Gleichungen dieser projicirenden Ebenen erhalten wir, wenn wir aus den gegebenen Gleichungen für F und F' successiv die Coordinaten x, y und z eliminiren. Setzen wir, der besseren Uebersicht wegen,

$$bc'-b'c=\alpha,\ ca'-c'a=\beta,\ ab'-a'b=\gamma,$$

so erhalten wir die Gleichungen der projicirenden Ebenen:

$$\frac{x}{\alpha a a'}-\frac{y}{\beta b b'}=\frac{c-c'}{\alpha\beta} \quad (1)$$

$$\frac{z}{\gamma c c'}-\frac{x}{\alpha a a'}=\frac{b-b'}{\alpha\gamma} \quad (2)$$

$$\frac{y}{\beta b b'}-\frac{z}{\gamma c c'}=\frac{a-a'}{\beta\gamma} \quad (3).$$

Je zwei von diesen projicirenden Ebenen charakterisiren also die Zonen, weil sie diejenigen Flächen sind, welche die einfachste Bestimmung derselben gewähren. Dafs übrigens in je zweien dieser Gleichungen allemal die dritte enthalten ist, läfst sich leicht auf folgende Weise darthun. Man addire erst alle drei Gleichungen, so erhält man:

1) Der leichteren Orientirung wegen wird in Folgendem für jede Fläche durch den Buchstaben a der Parameter in der Axe der x, durch b der Parameter in der Axe der y, und durch c der Parameter in der Axe der z ausgedrückt. Accente unterscheiden die Parameter verschiedener Flächen.

$$\frac{a-a'}{\beta\gamma}+\frac{b-b'}{\gamma\alpha}+\frac{c-c'}{\alpha\beta}=0 \quad (4).$$

Hierauf addire man zwei beliebige der Gleichungen (1), (2) und (3), und substituire für das, was rechter Hand vom Gleichheitszeichen erhalten wird, den aus der Gleichung (4) folgenden Werth, so gelangt man allemal auf die dritte Gleichung.

Aus dem Vorigen erhellt, dafs z. B. im Tesseralsysteme eine Zone allgemein durch die Flächen zweier Tetrakishexaëder charakterisirt seyn wird, unter denen sich jedoch auch das Hexaëder und Rhomben-Dodikaëder befinden können. Da es hierbei nur auf das Verhältnifs der Parameter ankommt, von denen der kleinere $=1$ angenommen wird, so kann man die rechter Hand vom Gleichheitszeichen stehenden Constanten in den Gleichungen (1), (2) und (3) vernachlässigen. So werden z. B. für die Zone

der Fläche $\frac{x}{2}+\frac{y}{2}+z=1$, der Gestalt $2O2$,

und der Fläche $\frac{x}{3}+y+z=1$, der Gestalt $3O$;

die Gleichungen der charakterisirenden Flächen:

$\frac{x}{3}-y=0$, welche der Gestalt $\infty O3$,

$z-\frac{2x}{3}=0$, welche der Gestalt $\infty O\frac{3}{2}$,

und $y+\frac{z}{2}=0$, welche der Gestalt $\infty O2$

angehört.

Zonengleichung.

Unter der Zonengleichung verstehen wir die Bedingungsgleichung, welche für die Parameter irgend einer Fläche F'' erfüllt seyn mufs, wenn solche in die Zone zweier Flächen F und F' gehören soll.

Um diese Zonengleichung zu finden, denke man die

Zonenlinie oder die Durchschnittslinie der Flächen F und F' sich selbst parallel auf den Mittelpunkt des Axensystems transportirt; ihre Gleichungen werden dann:

$$\frac{x}{\alpha a a'} - \frac{y}{\beta b b'} = 0$$

$$\frac{z}{\gamma c c'} - \frac{x}{\alpha a a'} = 0$$

$$\frac{y}{\beta b b'} - \frac{z}{\gamma c c'} = 0.$$

Da nun diese Linie der Fläche F'' parallel seyn soll, so wird sie ganz in die Fläche fallen müssen, sobald wir auch diese letztere sich selbst parallel auf den Mittelpunkt verlegen. Dann ist jeder Punkt der Linie zugleich auch ein Punkt der Fläche, deren Gleichung nun

$$\frac{x}{a''} + \frac{y}{b''} + \frac{c''}{z} = 0$$

geschrieben wird. Setzen wir also die, aus den beiden ersten Gleichungen der Zonenlinie folgenden Werthe der Coordinaten y und z in die letztere Gleichung, so erhalten wir

$$\frac{\alpha a a'}{a''} + \frac{\beta b b'}{b''} + \frac{\gamma c c'}{c''} = 0$$

als die gesuchte Bedingungsgleichung.

In dieser Form ist die Gleichung sehr bequem für die allgemeine Entwicklung der Zone. Für die specielle Entwicklung der Combinationen aber pflegt sie oft in folgender Form bequemer zu seyn:

$$\frac{1}{a''b'c} + \frac{1}{b''c'a} + \frac{1}{c''a'b} = \frac{1}{a''bc'} + \frac{1}{b''ca'} + \frac{1}{c''ab'}$$

weil man es hier auf den ersten Blick übersieht, welche Glieder verschwinden, wenn gewisse Parameter den Werth ∞ haben, wie solches so häufig der Fall ist. Diese Zonengleichung hat übrigens ganz allgemeine Gültigkeit, in den verschiedenen klinoëdrischen wie in dem orthoëdrischen Axensysteme; auch sieht man, dafs sie von den Dimensionen der Grundgestalt gänzlich unabhängig ist.

Allgemeine Entwicklung der Zonen.

Unter der allgemeinen Entwicklung einer gegebenen Zone verstehen wir eine erschöpfende Angabe aller derjenigen Flächen, welche rings um das Axensystem in dieser Zone möglich sind, oder auch eine Angabe der krystallographischen Zeichen aller derjenigen Gestalten, welche Flächen zu dieser Zone liefern können. Bei dieser Entwicklung dient die Zonengleichung in der Form

$$\frac{\alpha a a'}{a''} + \frac{\beta b b'}{b''} + \frac{\gamma c c'}{c''} = 0$$

zum sichersten Leitfaden. Da hierbei die Gröfsen a, b, c, a', b' und c', und folglich auch die Gröfsen α, β und γ als bestimmte, die Gröfsen a'', b'' und c'' dagegen als unbestimmte Gröfsen zu betrachten sind, so wird man nun zuvörderst untersuchen, für welche Vorzeichen der Gröfsen a'', b'' und c'' die Gleichung unmöglich wird. — Diefs wird offenbar für diejenigen Vorzeichen der Fall werden, durch welche alle Glieder der Gleichung entweder positiv oder negativ würden, weil eine Summe von lauter positiven oder lauter negativen Gröfsen niemals $= 0$ seyn kann. Man lernt so zuvörderst diejenigen Raum-Octanten kennen, in welchen es überhaupt gar keine Flächen für die Zone giebt, und welche keine andere seyn werden, als diejenigen, in welche die auf den Mittelpunkt transportirte Zonenlinie fällt. Für die übrigen Raum-Octanten, in welchen also möglicherweise Flächen *existiren* können, untersucht man nun weiter, wie sich diese Flächen nach den verschiedenen Gröfsenverhältnissen der Werthe von a'', b'' und c'' bestimmen werden, und welche krystallographischen Zeichen ihnen demgemäfs entsprechen. Mit der Aufstellung dieser, theils allgemeinen, theils besonderen Flächenzeichen ist die Aufgabe einer allgemeinen Entwicklung der Zone selbst als aufgelöst zu betrachten. Da sich die Entwicklung je nach der besonderen Beschaffenheit des Krystallsystems, und je nach der besonderen Lage der beiden Flächen F und

F auf das Verschiedenste modificirt, so läſst sich auch im Allgemeinen nicht viel mehr darüber sagen, als hier geschehen ist. Doch mag ein Beispiel zur Erläuterung des Gesagten dienen.

Beispiel. Man soll die Zone der Höhenlinie einer Octaëderfläche [1]) entwickeln. Es ist natürlich gleichgültig, welche Höhenlinie man zu Grunde legt; wir wollen daher diejenige auf der Octaëderfläche

$$x+y+z=1$$

wählen, welche die Axe der x schneidet; dann wird

$$a=b=c=1,$$

$$a'=\infty,\ b'=1,\ c'=-1,$$

und folglich die Zonengleichung:

$$-\frac{2}{a''}+\frac{1}{b''}+\frac{1}{c''}=0,$$

oder auch

$$-\frac{2}{a}+\frac{1}{b}+\frac{1}{c}=0,$$

weil die Unterscheidung der Parameter durch Accente nicht mehr nöthig ist. Man ersieht nun sogleich, daſs diese Gleichung für alle, in den beiden Raum-Octanten der $+x$, $-y$ und $-z$, der $-x$, $+y$ und $+z$ gelegene Flächen unmöglich ist. Dagegen sind in den übrigen sechs Raum-Octanten Flächen möglich, und es wird für alle Flächen im Octanten

$$\left.\begin{array}{ll}\text{der } +x,\ +y,\ +z \text{ die Zonengl. } & -\frac{2}{a}+\frac{1}{b}+\frac{1}{c}=0\\ \quad -x,\ -y,\ -z & +\frac{2}{a}-\frac{1}{b}-\frac{1}{c}=0\end{array}\right\}\text{I.}$$

$$\left.\begin{array}{ll}+x,\ +y,\ -z & -\frac{2}{a}+\frac{1}{b}-\frac{1}{c}=0\\ -x,\ -y,\ +z & +\frac{2}{a}-\frac{1}{b}+\frac{1}{c}=0\end{array}\right\}\text{II.}$$

1) Die Diagonalzone des Octaëders, nach Weiſs.

der $+x, -y, +z$ die Zonengl. $\left.\begin{array}{l} -\frac{2}{a}-\frac{1}{b}+\frac{1}{c}=0 \\ +\frac{2}{a}+\frac{1}{b}-\frac{1}{c}=0 \end{array}\right\}$ III.
$-x, +y, -z$

Natürlich geben je zwei eingeklammerte Gleichungen dasselbe Resultat; es sind daher auch nur drei Fälle zu untersuchen. Man überzeugt sich nun leicht, dafs diese Gleichungen nur unter folgenden Bedingungen realisirt werden können:
die Gleichung I, wenn a den *mittleren* Werth hat,
die Gleichung II, wenn b den *kleinsten* Werth hat, und
die Gleichung III, wenn c den *kleinsten* Werth hat.

Da nun die, von mir im Tesseralsysteme gebrauchte Beziehung voraussetzt, dafs der gröfste Parameter allgemein mit m, der mittlere mit n, und der kleinste mit 1 bezeichnet wird, so wird auch in der

Gleichung I nothwendig $a=n$,
II $b=1$,
III $c=1$

zu setzen seyn. Giebt man nun den andern Parametern respective die Werthe m und 1, oder m und n, so erhält man endlich das Resultat, dafs im Octanten der $+x, +y, +z$

zwei Flächen der Gestalt $mO\frac{2m}{m+1}$,

in jedem der beiden Octanten der $+x, +y, -z$ und $+x, -y, +z$ aber

zwei Flächen der Gestalt $mO\frac{m}{m-2}$

und

zwei Flächen der Gestalt $mO\frac{2m}{m-1}$,

überhaupt aber, dafs in der, durch die Höhenlinie der Octaëderfläche bestimmten Zone nur Flächen solcher Gestalten vorkommen können, welche unter einem der drei vorstehenden Zeichen enthalten sind. Diese Zeichen be-

stimmen also im Allgemeinen diejenigen Hexakisoctaëder, welche Flächen in die angegebene Zone liefern, und man sieht, dafs in dem

$$\text{Zeichen } mO\frac{2m}{m+1}, \text{ auch } O \text{ und } \infty O2$$

$$mO\frac{m}{m-2}, \quad \infty O \quad 3O3$$

$$mO\frac{2m}{m-1}, \quad \infty O2 \quad 3O3$$

enthalten sind. Die gegebene Zone ist also durch Angabe dieser krystallographischen Zeichen *vollständig* entwickelt, denn es ist unmöglich, dafs noch Flächen anderer Gestalten vorkommen.

Berechnung der Winkel, welche die Flächen einer Zone mit einander bilden.

Die gegenseitigen Neigungswinkel der Flächen einer und derselben Zone lassen sich auf eine sehr leichte Weise finden, wenn man solche von einer der projicirenden Ebenen der Zonenlinie abhängig macht.

Man wähle dazu irgend eine beliebige dieser drei Ebenen (z. B. die projicirende Ebene durch die Axe der x); die Zonenlinie selbst, welche wir uns auf den Mittelpunkt transportirt denken, und deren Gleichungen daher wieder

$$\frac{x}{\alpha a a'} - \frac{y}{\beta b b'} = 0 \text{ und } \frac{x}{\alpha a a'} - \frac{z}{\gamma c c'} = 0$$

sind, diese Zonenlinie wird in der gewählten Ebene ihren Neigungswinkel A gegen die Coordinatebene (yz) haben, welcher das Complement ihres Neigungswinkels gegen die Axe ist; folglich wird

$$\sin A = \frac{\alpha a a'}{\sqrt{\alpha^2 a^2 a'^2 + \beta^2 b^2 b'^2 + \gamma^2 c^2 c'^2}}.$$

Man berechne nun zuvörderst den Neigungswinkel ϖ irgend einer in die Zone gehörenden Fläche F' ge-

gen die gewählte projicirende Ebene. Derselbe findet sich leicht mittelst des gefundenen $\sin A$, sobald man nur noch die Cotangente des in der Coordinatebene (yz) liegenden Winkels s kennt, welchen die Intersection (yz) der Fläche F'' mit der Projection (yz) der Zonenlinie bildet. Es ist nun aber

$$\cot s = \frac{\beta b b' b'' - \gamma c c' c''}{\beta b b' c'' + \gamma c c' b''}$$

und

$$\cot \varpi = \cot s \sin A.$$

Hat man auf diese Weise für irgend zwei Flächen der gegebenen Zone die Winkel ϖ und ϖ' gefunden, so ist der Neigungswinkel W der Flächen selbst bestimmt durch

$$W = \varpi \pm \varpi',$$

daher auch

$$\tang W = \frac{(\cot s' \pm \cot s) \sin A}{\cot s \cot s' \sin^2 A \mp 1}.$$

Es ist aber $\sin A$ für eine und dieselbe Zone eine constante und irrationale Gröfse; folglich haben die Tangenten aller, in einer und derselben Zone vorkommenden Winkel ein rationales Verhältnifs, indem sie rationale Multipla oder Submultipla der Gröfse $\sin A$ nach dem, jedenfalls rationalen Factor

$$\frac{\cot s - \cot s'}{\cot s \cot s' \sin^2 A + 1}$$

sind [1]).

Graphische Darstellung der Zonen, nach Neumann.

Neumann's graphische Darstellung beruht zunächst auf dem Satze, dafs die Normalen sämmtlicher Flächen einer und derselben Zone in eine Ebene, und folglich die Durchschnittspunkte aller dieser Normalen mit irgend einer beliebigen, als Constructionsfläche dienenden Ebene

1) Neumann's Beiträge zur Krystallonomie, Heft I, S. 20 ff. und besonders S. 31.

in eine gerade Linie fallen[1]). Diese Durchschnittspunkte der Flächennormalen mit der Constructionsfläche bezeichnet Neumann mit dem Namen der *Flächenorte*, und die Aufgabe seiner graphischen Methode besteht wesentlich darin, sämmtliche Flächenorte eines gegebenen Gestalten-Inbegriffs auf dem, die Constructionsfläche darstellenden Papiere genau einzutragen, um sich ein anschauliches Totalbild aller möglichen Zonen zu verschaffen, welche zwischen den Flächen der gegebenen Gestalten hervortreten. Denn es wird dann offenbar so viele verschiedene Zonen geben, als sich gerade Linien durch je drei oder mehre Flächenorte ziehen lassen, worüber man sogleich, entweder durch den bloſsen Augenschein, oder durch Hülfe eines Lineales belehrt wird, wenn nur die Construction mit gehöriger Genauigkeit ausgeführt wurde.

Da nun die Wahl der Constructionsfläche ganz beliebig ist, so scheint es am zweckmäſsigsten, dazu die Parallelfläche einer der Coordinatebene, z. B. der Ebene (yz) zu wählen, welche die dritte Axe, also die Axe der x, in der Entfernung 1 vom Mittelpunkt schneidet. Die Gleichung der so bestimmten Constructionsfläche wird also:

$$x=1.$$

Ist nun die Gleichung irgend einer Krystallfläche:

$$\frac{x}{a}+\frac{y}{b}+\frac{z}{c}=1,$$

so sind die Gleichungen ihrer Normale aus dem Mittelpunkte

$$\frac{x}{b}-\frac{y}{a}=0,\ \frac{x}{c}-\frac{z}{a}=0.$$

Man braucht nun bloſs diese beiden mit x behafteten Gleichungen der Flächennormale, mit der Gleichung der

1) Neumann's Beiträge zur Krystallonomie, Heft I, S. 1 ff.; diese geraden Linien sind es, welche von Neumann Zonenlinien genannt werden.

Constructionsfläche zu combiniren, um sogleich die Coordinaten y und z des Flächenortes zu erhalten, und findet demgemäfs:

$$\frac{y}{b}=a, \quad z=\frac{a}{c},$$

wobei natürlich auf die Vorzeichen der Parameter a, b und c sorgfältig Rücksicht zu nehmen ist.

Diese Werthe von y und z sind es, welche bei der graphischen Darstellung benutzt werden. Man zieht nämlich zwei sich rechtwinklich schneidende Linien, welche die Axen der y und z vorstellen, trägt hierauf für jede Fläche die entsprechenden Werthe $\frac{a}{b}$ und $\frac{a}{c}$ in diese Axen ein, vollendet das Parallelogramm, und erhält so den verlangten Flächenort. Sind auf diese Weise alle Flächenorte eingetragen, so machen sich die Zonen von selbst darstellig, indem diese Flächenorte nach verschiedenen Richtungen reihenweise in gerade Linien geordnet erscheinen. Jede einzelne Fläche fällt in so viele verschiedene Zonen, als sich verschiedene Reihen von Flächenorten nachweisen lassen, zu denen auch *ihr* Flächenort gehört.

Um sich in zweifelhaften Fällen, wo die Coincidenz in eine und dieselbe gerade Linie nicht ganz scharf zu erkennen ist, zu überzeugen, ob die Flächenorte dreier Flächen wirklich diese Lage besitzen, dazu bedarf es nur einer Anwendung der Zonengleichung, in welcher man die Parameterwerthe der drei Flächen substituirt; wird dadurch die Gleichung erfüllt, so fallen auch die Flächenorte in eine und dieselbe gerade Linie; wo nicht, so liegen sie aufserhalb einer solchen Linie.

Da übrigens je zwei Gegenflächen eine und dieselbe Normale haben, so wird bei der Construction nur auf die obere Hälfte einer jeden Gestalt, oder auf diejenigen Flächen Rücksicht zu nehmen seyn, für welche der Parameter a positiv ist.

Graphische Darstellung der Zonen, nach Quenstedt.

Es unterliegt keinen Zweifel, dafs das gemeinschaftliche Kreuzen vieler *Linien* in einem und demselben Punkte, für die Anschauung ein weit bestimmteres und leichter ergreifbares Verhältnifs ist, als die Lage vieler *Punkte* in einer und derselben geraden Linie. Dieses und der Umstand, dafs doch die *Flächen* und nicht ihre Normalen das eigentlich und zunächst Gegebene an den Krystallformen sind, bestimmte Quenstedt, eine *andere* graphische Methode auszudenken [1]), welche auf dem Satze beruht, dafs sich sämmtliche Flächen einer Zone, wenn solche sich selbst parallel auf einen und denselben Punkt transportirt werden, in *einer und derselben Linie* schneiden, welche natürlich keine andere als die Zonenlinie ist. Wird also eine solche Zone von irgend einer beliebigen Ebene geschnitten, so stellt sich der Durchschnitt als ein System von geraden Linien dar, welche sich in einem und demselben Punkte schneiden.

Die beliebig gewählte (als Constructionsfläche dienende) Ebene nennt Quenstedt die Sectionsebene, und die Durchschnitte der Flächen mit ihr die Flächenlinien oder Sectionslinien. Er transportirt sämmtliche Flächen auf denjenigen Punkt der verticalen Axe (also der Axe der x), welcher um die Länge 1 vom Mittelpunkt entfernt ist, und wählt zur Sectionsebene die Coordinatebene durch die beiden anderen Axen. Ich erlaube mir hierin eine kleine Aenderung, indem ich die sämmtlichen Flächen auf dem Mittelpunkt des Axensystems transportire, und zur Sectionsfläche diejenige Fläche wähle, deren Gleichung

$$x = 1$$

ist. Die Aufgabe läuft nun wesentlich darauf hinaus, die sämmtlichen Flächenlinien eines gegebenen Gestalten-Inbegriffs auf dem die Sectionsebene darstellenden Papiere zu construiren, um sich durch solche Construction ein

1) Poggendorff's Annalen. Bd. XXXIV. S. 503 und 651.

Bild zu verschaffen, aus welchem man sogleich und mit einem Blicke ersehen können, nicht nur, *welche* Flächen zu einer und derselben Zone gehören, sondern auch, in wie *viele* verschiedene Zonen eine und dieselbe Fläche falle. Jeder Kreuzungspunkt von drei oder mehren Flächenlinien bestimmt nämlich *eine* Zone, und es wird so viele *verschiedene* Zonen geben, als sich dergleichen Kreuzungspunkte herausstellen. Eine und dieselbe Fläche aber fällt in so viele Zonen, als ihre Flächenlinie durch verschiedene Kreuzungspunkte (Zonenpunkte) geht.

Die Ausführung der Sache ist eben so einfach, als die ihr zu Grunde liegende Idee. Die Gleichung der Sectionsfläche ist abermals

$$x = 1.$$

Sey nun die Gleichung irgend einer, auf den Mittelpunkt transportirten Krystallfläche

$$\frac{x}{a} + \frac{y}{b} + \frac{z}{c} = 0,$$

so wird die Gleichung ihrer Sectionslinie

$$\frac{ay}{b} + \frac{az}{c} = -1,$$

folglich sind $-\frac{b}{a}$ und $-\frac{c}{a}$ die Parameterwerthe, welche die Lage der entsprechenden Flächenlinie in der Constructionsfläche bestimmen.

Man ziehe also auf dem Papier zwei sich rechtwinklig kreuzende Linien, welche die Axen der y und der z vorstellen, nehme für jede Krystallfläche in der Axe der y den Parameter $\frac{b}{a}$, in der Axe der z den Parameter $\frac{c}{a}$, und ziehe die durch diese Parameter bestimmte Linie, so ist die verlangte Flächenlinie entworfen. Sind auf diese Weise die Flächenlinien aller Gestalten eingetragen, so ist auch zugleich die Uebersicht der zwischen ihnen bestehenden Zonen construirt worden. In zweifelhaften Fällen führt auch hier die Zonengleichung zur Entscheidung.

VI. *Ueber die Polarisation der Wärme; von Hrn. M. Melloni.*

(Schlufs von S. 45.)

Was den genauen Werth des Winkels der vollständigen Wärmepolarisation betrifft, so ist er nicht so leicht zu erlangen, wie man wohl auf den ersten Blick glauben könnte. Die Wärmestrahlen dringen nämlich nicht sämmtlich vermöge der eben beschriebenen Polarisationsphänomene durch die Glimmerblättchen. Um sich davon zu überzeugen, braucht man nur diese Blättchen senkrecht gegen das einfallende Wärmebündel zu stellen; dann erhält man eine merkliche Wirkung von durchgegangener Wärme. Nun ist bekanntlich die polarisirende Wirkung bei senkrechtem Einfall Null; folglich geht, unabhängig von der Polarisation, ein Antheil Wärme durch, und obwohl man diesen nicht gut anders als bei senkrechtem Einfall der Strahlen auf die Blättchen sichtbar machen kann, so ist doch gewifs, dafs er auch bei jedem anderen Einfall vorhanden seyn mufs. Hätte dieser unabhängig von der Polarisation durchgelassene Wärme-Antheil für jede Schiefe der Strahlen gegen die Blättchen einen gleichen Werth, so würde der Winkel, bei welchem die gröfste Wärmewirkung stattfindet, immer der der vollständigen Polarisation durch Reflexion seyn. Allein dieser Werth ändert sich mit der Incidenz nach einem ganz anderen Gesetz, als dem, welches die vermöge der polarisirenden Kräfte durchgehende Portion befolgt; denn wir haben vorhin gesehen, dafs er, statt anfangs bis zum Winkel der vollständigen Polarisation zu wachsen, wie diese, beständig abnimmt von 90° bis 0° Incidenz. Wenn der Einflufs der nicht polarisirten Wärme merklich ist auf den Durchgang der polarisirten Wärme,

so wird er also eine Verschiebung in der Lage des Maximums bewirken, und dasselbe offenbar dem senkrechten Einfall näher bringen.

Um uns gegen diese Fehlerquelle zu schützen, bemerken wir, dafs die absolute Menge der nicht polarisirten Wärme, welche die Blättchen durchdringt, abnimmt, so wie die Zahl der Blättchen wächst. Der wahrscheinliche Fehler in der Bestimmung des Polarisationswinkels folgt also der nämlichen abnehmenden Progression, und wird Null bei einer hinlänglich zahlreichen Reihe von Blättchen.

Nach diesem Grundsatz verschaffte ich mir noch eine Säule von 44 Elementen, welche, vereinigt mit meinen übrigen Säulen, eine Reihe von 120 Blättchen bildete. Hiebei konnte die nicht polarisirte Wärmemenge keinen angebbaren Einflufs auf die, vermöge der polarisirenden Kräfte, durch das System dringenden Wärmestrahlen ausüben; denn dieser Durchgang war bei senkrechtem Einfall fast Null. Mithin mufste das Maximum des Durchgangs, bei schiefen Incidenzen, genau mit dem Winkel der vollständigen Polarisation zusammenfallen.

Ich befestigte demnach die 120 Blättchen auf einem einzigen Rahmen, der seitwärts zwei Stifte hatte. Der Rahmen trug eine Alhidade, welche an einem senkrechten Kreis von 10 Zoll Durchmesser die Neigung der polarisirenden Flächen gegen die Wärmestrahlen anzeigte. Folgende Tafel enthält die zwischen 33° und 35° bei jedem halben Grad beobachteten Durchgänge, nebst zwei ähnlichen Beobachtungsreihen, die an zwei Säulen von einer geringeren Anzahl, nämlich 20 und 60, Blättchen gemacht wurden. Die einfallende Wärmemenge war bei den drei Säulen ungleich, und man kann also die unter gleicher Neigung bei ihnen beobachteten Durchgänge nicht mit einander vergleichen. Diese Bedingung der Vergleichbarkeit wurde vernachlässigt, um die Durchgänge bei der vielblättrigen Säule merkbarer zu machen; sie war

überdieſs für den Zweck, den wir uns hier gesetzt, überflüssig.

Neigung der Blättchen gegen die Strahlen.	Wärmedurchgang durch		
	20 Blättchen.	60 Blättchen.	120 Blättchen.
35°	37°,34	35°,97	31°,86
34 30′	37 ,42	36 ,48	32 ,71
34	37 ,46	36 ,87	33 ,07
33 30	37 ,39	37 ,10	33 ,29
33	37 ,09	36 ,82	33 ,02

Wirft man einen Blick auf diese Tafel, so gewahrt man sogleich, daſs der gröſste Wärmedurchgang bei 34° Incidenz in der ersten Säule stattfand, bei 33° 30′ in der zweiten und selbst in der dritten. Der Einfluſs der nicht polarisirten Wärme auf den Werth des Polarisationswinkels ist also nur dann merklich, wenn die Säule aus einer geringen Anzahl Blättchen besteht. Vergleicht man in den beiden letzten Reihen die Zahl, welche den gröſsten Durchgang ausdrückt, mit den unmittelbar vorhergehenden und nachfolgenden, so gewahrt man leicht, daſs das Maximum sich schwerlich von 33° 30′ entfernen kann, und daſs, wenn eine Abweichung von einigen Secunden stattfindet, diese mehr nach dem 34sten Grad hin, als von ihm abwärts liegen muſs.

Nach dem von Hrn. Brewster entdeckten Gesetz wird, beim Lichte, die Tangente des Polarisationswinkels gegeben durch die Zahl, welche den Refractions-Index des als Reflector angewandten Körpers ausdrückt. Nun weiſs man, daſs der Glimmer einen mittleren Refractions-Index von 1,5 besitzt [1]); dieſs ist aber die Tangente von 56° 19′ oder, von der Fläche gerechnet, 33° 41′.

Mithin ist der Winkel der vollständigen Polarisa-

1) Biot, *Traité de physique*, *T. IV p.* 80.

tion durch Reflexion sehr nahe derselbe für die Wärme und für das Licht [1]).

Nehmen wir nun unsere beiden Säulen von 20 Blättchen eine jede wieder zur Hand, fügen sie in den Polarisationsapparat ein, und bringen vor die Oeffnung, welche diesen Apparat bedeckt, eine Schicht von Alaun, Bernstein, schwarzem Glase, Wasser, Oel oder irgend einer anderen diathermanen Substanz. Die von der, dem Systeme hinzugefügten, Platte ausfahrenden Strahlen gehen dann durch die beiden Glimmerpakete, welchen man folgweise die beiden zur Messung der durch Refraction polarisirten Wärmemenge geeigneten Lagen giebt. Führt man nun diesen Versuch aus, so findet man, dafs der Polarisationsindex sich nicht im Geringsten mit der Natur der eingeschalteten Substanz ändert, sondern sein Werth genau mit der Wärmemenge zusammenfällt, welche, bei derselben Neigung, von den beiden Säulen polarisirt wird, wenn die Oeffnung des Schirmes frei ist.

Um diese Thatsache mit Leichtigkeit und auf eine recht einleuchtende Weise darzuthun, wende ich ein Mittel an, welches, mir scheint, die aller vorgefastesten Personen zu überzeugen. Ich wähle zwei Substanzen von *entgegengesetzter Diathermansie* [2]), d. h. zwei Körper,

1) Nach dem Vorhergehenden begreift man leicht, dafs es, um Wärme oder Licht durch Reflexion zu polarisiren, immer gut sey, den Säulen eine starke Neigung gegen die einfallenden Strahlen zu geben. Sind die Blättchen zahlreich genug, so kann man bei der Neigung stehen bleiben, bei der die vollständige Polarisation anfängt, was in gewissen Fällen erlaubt, die Säulen unter einer der Senkrechtheit ziemnahe kommenden Incidenz aufzustellen. Sobald indefs die beiden Säulen aus einer sehr grofsen Zahl von Blättchen bestehen, ist es oft vorzuziehen, sie unter dem Winkel der vollständigen Polarisation durch Reflexion aufzustellen, um einen reichlichen Durchgang von Licht- oder Wärmestrahlen zu erhalten.

2) Versuche über die Menge von strahlender Wärme, welche die Körper zu verschiedenen Stunden des Tages gegen den heiteren Himmel aussenden, sind kürzlich in Genf unternommen; man findet sie im Aprilheft der *Bibliothèque universelle* von 1836 beschrieben,

welche, einer gleichen Wärmefluth ausgesetzt, Strahlen von so verschiedener Natur durchlassen, dafs die von dem einen Körper ausfahrenden kaum den zweiten durchdringen können und umgekehrt. Ich bilde daraus Platten, und gebe ihnen solche Dicken, dafs die Wärmemengen, welche durch jede derselben und durch die beiden Säulen gehen, gleich seyen. Dann bringe ich eine dieser Platten vor die Oeffnung des Schirms, und beobachte die Wärmewirkung der Strahlen, welche bei den beiden Hauptrichtungen der Refractionsebenen der Glimmersäulen zum thermoskopischen Körper gelangen. Ich wiederhole dieselben Beobachtungen mit den anderen Platten, und erhalte genau dieselben Abweichungen im Galvanometer.

Nimmt man aus der Reductionstafel für die in beiden Fällen beobachteten galvanometrischen Ablenkungen die entsprechenden Kräfte, und berechnet aus ihnen den Polarisationsindex, so erhält man einen Werth gleich dem in Taf. V, d. h. man findet z. B., je nachdem die Wärmestrahlen die Säulen unter der Neigung 41°, 35° oder 29° durchdringen, 0,77, 0,885 oder 0,930, und zwar, was für eine Natur die vor der Oeffnung aufgestellte Platte auch haben mag.

Die geeignetsten Substanzen zu diesen vergleichenden Versuchen sind einerseits das schwarze opake Glas,

wo einer der gelehrten Herausgeber dieser vortrefflichen Zeitschrift die Resultate seiner Beobachtungen unter dem Titel: *Diathermansie der Atmosphäre*, auseinandersetzt. Das Wort *Diathermansie*, wie ich es in der zweiten Abhandlung über die Transmission (*Ann. de chim. T. LV p.* 378. — Diese Ann. Bd. XXXV S. 536) definirt habe, würde die Eigenschaft bezeichnen, welche fast alle diathermanen Körper besitzen, nämlich: nur gewisse Wärmestrahlen durchzulassen. Will man *Quantität* von durchgelassener Wärme unabhängig von der *Qualität* bezeichnen, so, scheint mir, sey es besser, das Wort *Diathermanität* zu gebrauchen, um dieselbe Bedeutung zu bewahren, welche das Wort *Diaphanität* für die analoge Eigenschaft des Lichts besitzt.

oder das für rothe Strahlen undurchdringliche grüne Glas, und andererseits Wasser, Citronensäure oder Alaun. Erinnern wir uns, dafs die von dieser letzten Klasse von Körpern durchgelassene Wärme unter dem Einflufs von Turmalinen eine bis zu 0,96 reichende Polarisation erfährt, während die von den ersteren Körpern, dem schwarzen oder grünen Glase, ausfahrenden Strahlen, denselben Turmalinen ausgesetzt, fast keine Spur von Polarisation zeigen, weil der scheinbare Polarisationsindex sich in gewissen Fällen kaum auf ein oder zwei Hundertel erhebt. Und diese Indices, bestimmt durch das System der beiden Säulen, zeigen nun keinen wahrnehmbaren Unterschied mehr. Mithin werden die von verschiedenartigen Körpern durchgelassenen Wärmefluthen, obwohl sie von so abweichender Beschaffenheit sind, sämmtlich gleich stark durch Refraction polarisirt. Diefs beweist, dafs die Polarisation, welche von den brechenden Kräften der Mittel erzeugt wird, unabhängig ist von der Qualität der Wärmestrahlen.

Obgleich diese Folgerung streng durch die eben erwähnten Versuche gerechtfertigt wird, so wird es doch nicht unnöthig seyn, sie auch für Wärmestrahlen aus verschiedenen Quellen zu bewahrheiten. Zu dem Ende ersetzte ich die Locatellische Lampe durch eine Platinspirale, die mittelst einer Weingeistflamme glühend gehalten wurde. Die Polarisationsindices waren auch jetzt noch denen in unseren acht Tafeln gleich. Und dasselbe war der Fall, als das glühende Platin ersetzt wurde durch eine bis 400° erhitzte Metallplatte oder ein blofs mit siedendem Wasser gefülltes Gefäfs.

Allein da die Wärme dieser beiden letzten Quellen nur sehr wenig vom Glimmer durchgelassen wird, und sie daher die aus vielen Glimmerblättchen zusammengesetzten Säulen nicht durchdringen kann, wenn auch die Strahlen durch eine Steinsalzlinse parallel gemacht sind, so fange ich die *parallelen Strahlen*, welche zum Polarisa-

tionsapparat hinaustreten, mit einer zweiten Steinsalzlinse auf, welche sie convergirend sämmtlich zum thermoskopischen Körper führt. Was die *divergirenden* Strahlen betrifft, die von der Erhitzung der hinteren Säule herstammen, so muſs man sie so weit schwächen, daſs sie unmerklich werden, entweder durch zweckmäſsiges Entfernen der Sammellinse, oder durch starkes Annähern. Im ersten Falle zerstreuen sich diese Strahlen immer mehr und mehr vermöge ihrer natürlichen Divergenz, und gelangen zu geschwächt zur Sammellinse, um noch eine wahrnehmbare Wirkung hervorzubringen. Im zweiten Falle liegen die Mitten der hinteren Glimmerblättchen diesseits der Hauptbrennweite der Linse, und daher wird der gröſste Theil ihrer eigenen Wärmestrahlen, statt gesammelt und folglich mit der directen Wärme gemischt zu werden, im Gegentheil noch stärker durch die Linse zerstreut als es ihre natürliche Divergenz mit sich bringt, und sie wirken also in einer kleinen Entfernung gar nicht mehr. Welches dieser Mittel man auch anwenden möge, so muſs man sich doch versichern, daſs, nach Hinzufügung der Sammellinse, die Bedingung der Unempfindlichkeit des Thermoskops für die Erhitzung der Säulen genau erfüllt sey. Zu dem Ende nehme man die vordere Säule aus ihrem Rahmen, und ersetze sie, wie im Versuche S. 25, durch ein auf beiden Seiten geschwärztes Stück Papier, welches sich eben so stark und selbst stärker als der Glimmer erhitzt, weil es keine strahlende Wärme unmittelbar durchläſst. Wenn Alles gut vorgerichtet ist, bekommt man keine wahrnehmbare Wärmewirkung. Bei meinem Apparat macht die Anwendung der Sammellinse die Wirkung ungefähr zwei Mal stärker, ungeachtet die directen Strahlen, nach der oben angezeigten Methode, vollkommen rein und unvermengt von secundärer Wärme der Säulen gehalten sind [1]). So kann man mit

1) Offenbar würden Glimmersäulen und eine Linse von gröſseren Dimensionen noch vortheilhafter seyn.

der dunkeln Wärme des auf 400° erhitzten Kupfers die Polarisation bis 0,95 treiben, eine Gränze, die man mit der directen Wärme der Flamme erhält. Mit der Wärme eines Gefäſses voll siedenden Wassers diese Gränze zu

Zu gleichem Zweck, zur Verstärkung der thermoskopischen Wirkungen, hat Hr. Forbes bei seiner zweiten Reihe von Polarisationsveruchen den konischen Reflector von Messing angewandt, welchen Hr. Gourjon meinen Transmissionsapparaten hinzufügt; allein dieser Reflector sammelt zu gleicher Zeit die directe Wärme der Quelle und die Wärme von der Erhitzung der Säulen, wie wir schon bei Beurtheilung der Resultate seiner Beobachtungen bemerkt haben. Hr. Forbes scheint Hrn. Nobili die Anwendung des Reflectors bei thermo-elektrischen Säulen zuzuschreiben. Ein anderer Physiker, Hr. Despretz, sagt in der letzten Ausgabe seines *Traité de physique*, daſs der Thermomultiplicator, dessen ich mich bediene, gänzlich Hrn. Nobili angehöre, und ich denselben nur in seinen Anzeigen *regularisirt* habe. Sey es mir erlaubt, hier die Thatsachen in ihrem wahren Lichte darzustellen.

Die erste Idee, Temperaturen durch thermo-elektrische Ströme zu messen, gehört Hrn. Becquerel an; sein Zweck war, hohe Wärmegrade zu messen, und daher verfertigte er sein *elektrisches Thermometer* aus Drähten von Platin und Palladium, welche er mit einem nach den Principien des Hrn. Poggendorff construirten Multiplicators in Verbindung setzte. Einige Jahre darauf wollte Hr. Nobili die Thermo-Elektricität benutzen zur Anfertigung eines *Contact-Thermoskops*, empfindlicher als das des verstorbenen Hrn. Fourier, welches bekanntlich aus einem gewöhnlichen Thermometer besteht, das in einen mit Quecksilber gefüllten Beutel aus einer biegsamen Haut versenkt ist. Zu dem Ende bediente er sich des Wismuths und Antimons, welche das Maximum des thermo-elektrischen Effects geben. Er bildete daraus eine Säule, die er fast ganz in eine cylindrische Holzbüchse versenkte und mit geschmolzenem Harzkitt umgab, so daſs nur die abwechselnden Löthstellen, die polirt und in Eine Ebene gestellt waren, oben frei herausragten. Zwei Kupferstifte, die durch die Seitenwände gingen, dienten zur Verbindung mit den beiden Enden eines astatischen Galvanometers. Man hielt die Büchse in der Hand und berührte mit der entblöſsten Vorderfläche der Säule den Körper, dessen Temperaturunterschiede man ermitteln wollte. Die Elemente dieser Säule, 12 an der Zahl (6 Paare), waren an beiden Enden rechtwinklich und entgegengesetzt gebogen, um, wenn sie zusammengelöthet waren, die mittleren Theile an gegenseitiger Berührung zu hindern; ihr Durchschnitt hielt 40 bis 50 Qua-

erreichen, ist unmöglich, weil auf sie der Glimmer eine zu starke Absorption ausübt, um ihr noch zu erlauben, eine bedeutende Anzahl von Glimmerblättchen zu durchdringen und eine hinlängliche Intensität zu behalten; al-

drat-Millimeter, und die Büchse 2 bis 3 Zoll in Quadrat. Diefs war mein Ausgangspunkt zur Verfertigung eines *Strahlungs-Thermoskops*. Durch einige vorläufige Versuche unterrichtet, dafs die Wirkung auf den Multiplicator mehr von der Zahl als von der Dicke der Elemente abhange, und dafs überdiefs die thermo-elektrischen Ströme innerhalb gewisser Gränzen niemals Spannung genug erlangen, um nicht-metallische Körper zu durchdringen, gab ich den Elementen die Gestalt kleiner platter Stäbe, dreifsig bis vierzig Mal leichter als die des Hrn. Nobili, und hielt sie durch Papierstreifen ihrer ganzen Länge nach isolirt, bis auf die Enden, wo sich die Löthung befand. Ich vermehrte ihre Zahl beträchtlich, und befestigte sie in ihrer Mitte in der Oeffnung eines Cylinders von 7 bis 8 Linien Durchmesser und geringer Höhe, so dafs die beiden Enden und ein grofser Theil des Uebrigen vollkommen frei standen. Ich überzog hierauf alle hervorragenden Theile meiner Säule mit Kienrufs, und umgab sie mit cylindrischen Röhren oder konischen Reflectoren, je nachdem ich die Wirkung eines kleinen Bündels paralleler Strahlen untersuchen, oder die divergirende Wärme der Wände eines Zimmers, oder irgend einer anderen entfernten Fläche von grofser Ausdehnung, auffangen wollte. Ich gab ihm endlich die Gestalt und die Verhältnisse, welche die von Gourjon so geschickt verfertigten und gegenwärtig in allen guten physikalischen Kabinetten zu Paris und im Auslande vorhandenen Thermomultiplicatoren besitzen.

Der Vortheil, den man durch eine bedeutende Verringerung des Querschnitts der Elemente erlangt, beschränkt sich nicht blofs darauf, dafs man eine gröfsere Anzahl derselben in einem engen Raum aufstellen, und dadurch die Intensität des elektrischen Stroms, der den Galvanometerdraht durchlaufen soll, erhöhen kann, sondern dieser kleine Querschnitt verhindert die Entstehung der Rückströme, welche im Innern der Nobili'schen Säule eintreten und einen Theil der erzeugten Wirkung aufheben. Der Kitt, welcher die eine Seite dieser Säule umgiebt, ist ebenfalls ein grofser Uebelstand, denn er verhindert, dafs die äufseren thermometrischen Veränderungen sich mit gleicher Schnelligkeit allen Metalltheilen mittheilen, so dafs man oft ganze Stunden lang Ablenkungen von 30° bis 40° blofs durch den Temperaturunterschied zwischen dem Kitt und der umgebenden Luft erhält. Die Ersetzung des Holzes durch polirtes Metall bei der Hülle schützt ferner das Instrument gegen äufsere Wärmestrahlungen, und

lein glücklicherweise ist dieser Versuch nicht nöthig, um zu zeigen, dafs die Wärmestrahlen aus verschiedenen Quellen im gleichen Grade polarisationsfähig sind. Es reicht hin zu zeigen, dafs unter Einwirkung einer gegebenen Zahl von Blättchen, gestellt in eine gegebene Neigung, alle diese Wärmearten, nachdem sie mittelst einer Steinsalzlinse parallel gemacht, und von den Strahlen, die von der veränderlichen Erhitzung der polarisirenden Säulen herrühren, geschieden worden sind, beinahe gleiche Polarisationsindices geben. Zu diesem Zweck wendet man mit sehr grofsem Vortheil Säulen von wenigen Blättchen an, welche die Wärme aus jeder Quelle reichlich genug durchlassen.

Die Polarisationsindices lassen sich mittelst der Tafel über die Beziehung zwischen den Kräften und den Ablenkungen der Galvanometernadel leicht aus den Angaben der Beobachtung berechnen; will man sich aber unabhängig von dieser Tafel machen und durch den blofsen Anblick der Bewegungen der Galvanometernadel zeigen, dafs die strahlende Wärme aus Quellen von verschiedener Temperatur, z. B. von glühendem Platin und 400° heifsem Kupfer, gleich stark polarisirt werde, so mufs man einen ähnlichen Kunstgriff anwenden, wie ich

diefs erlaubt dem Beobachter, sich dem Instrumente zu nähern, ohne Besorgnifs, dafs die eigene Wärme seines Körpers den Versuchen schade.

Der gröfste Theil der Veränderungen, welche ich mit der thermoelektrischen Säule vornahm, findet sich in einer von Hrn. Nobili selbst veröffentlichten Notiz, wo er die Wichtigkeit derselben in dem Grade anerkennt, dafs er sagt, er werde eine *zweite Säule* dieser Art *seinem ersten Thermomultiplicator* hinzufügen (*Biblioth. universelle*, *T. XLIV p.* 233). Von der Zeit an war aber von seiner älteren *Contactsäule* nicht mehr die Rede. Deshalb hielt es auch Herr Nobili für gerecht und zweckmäfsig, meinen Namen dem seinigen hinzuzufügen, als das damalige elektrische Thermometer, d. h. der *zur Messung strahlender Wärme* bestimmte Thermomultiplicator dem Institute (Sitzung vom 5. Sept. 1831) vorgezeigt wurde.

vorhin beschrieben habe, als die Rede war von den Wärmestrahlen, welche verschiedenartige Körper von der Strahlung einer Flamme durchlassen.

Nachdem man die gröfste Wärmewirkung, welche mit der Wärme des Kupfers von 400° C. zu erhalten ist, beobachtet hat, nehme man das glühende Platin wieder vor, und stelle in die Bahn der Strahlen, welche bei parallelen Refractionsebenen von den Säulen durchgelassen werden, eine oder mehre Glasplatten, um die stärkere Wärmestrahlung bedeutend zu schwächen und sie der der schwächeren Quelle gleich zu machen, wenn die Refractionsebenen der Säulen ebenfalls parallel sind. Man stelle nun diese Ebenen senkrecht auf einander; dann sieht man, dafs in beiden Fällen der Galvanometerzeiger genau um dieselbe Gröfse herabsteigt.

Hr. Brewster hat gefunden, dafs, um, mittelst der Refraction, die Schiefe zu erreichen, wo die Polarisation des Lichtes vollständig wird, man eine desto geringere Zahl von Platten gebraucht, als die Brechkraft dieser Platten gröfser ist. Die Brechbarkeit eines jeden Strahls im weifsen Lichte nimmt vom Violett zum Roth hin ab. Für eine gewisse Reihe von Platten, die unter einer bestimmten Neigung, kleiner als der Gränzwinkel der vollständigen Polarisation, aufgestellt sind, wird also die polarisirte Lichtmenge stärker seyn bei den violetten Strahlen als bei den blauen, stärker bei den blauen als bei den grünen, u. s. w.

Die Analogie läfst glauben, dafs bei den verschiedenen Arten von Wärmestrahlen, die wir schon oftmals mit den verschiedenen Farbenstrahlen verglichen haben, ein ähnlicher Vorgang stattfinde. Allein diese Veränderungen entschlüpfen, beim gegenwärtigen Zustande der Colometrie, gänzlich unseren Mitteln. Diefs kann uns nicht in Verwunderung setzen, wenn wir erwägen: 1) dafs beim Licht die Unterschiede zwischen den Mengen, welche Glas oder Glimmer, unter einer bestimmten Neigung,

vom Violett und Roth, den Strahlen von gröfster und kleinster Brechbarkeit, polarisiren, selbst in den günstigsten Fällen nicht viel über ein Hundertel hinausgehen; 2) dafs diese kleinen Veränderungen wahrscheinlich nicht entdeckt und gemessen worden wären, wenn das Kriterium der Färbung, welches erlaubt, die Strahlen von verschiedener Brechbarkeit sogleich mit den Augen zu unterscheiden, gefehlt hätte, wie bei der Wärme; 3) dafs die Brechungsunterschiede bei den Wärmestrahlen irdischer Abkunft sehr klein sind, und die Ausdehnung der ähnlichen Variationen beim Licht um eine kaum merkliche Gröfse übertreffen [1]); 4) dafs man niemals mit einer einzigen Sorte Wärmestrahlen arbeiten kann, weil die directe Wärmefluth deren mehre enthält, welche, mehr oder weniger gruppirt, durch die Glimmersäulen und andere dazwischen gestellte Platten gehen, folglich einen intermediären Index liefern zwischen Extremen, die selbst schon sehr nahe an einander liegen.

Der veränderliche Wärmedurchgang durch eine zahlreiche Reihe paralleler Platten, die unter wachsenden Neigungen der Strahlung einer Flamme ausgesetzt wird, hat uns vorhin zu der Folgerung geführt, dafs die Wärme sich wie das Licht durch Reflexion polarisire, d. h. dafs diese Art von Polarisation in einer Ebene geschieht, senkrecht auf der, in welcher die Polarisation durch Refraction vor sich geht, und dafs der Winkel, bei welchem sie vollständig ist, um eine kaum merkliche Gröfse von dem abweicht, welcher die vollständige Polarisation des Lichtes liefert. Wir fügen hier noch hinzu, dafs dieser Winkel sich nicht merklich mit der Natur der Wärmestrahlen verändert, sey es, dafs man Platten von verschiedener Diathermansie dazwischen stellt, oder die Flamme durch andere Wärmequellen ersetzt. Die vom schwarzen undurchsichtigen Glase ausfahrenden

1) *Annal. de chim. et de phys. T. LV p.* 368 (diese Annalen, Bd. XXXV. S. 410).

Strahlen treiben, nach dem Durchgange durch meine Säule von 70 Blättchen, bei 33° 30′ Neigung, der Neigung des gröfsten Effects, den Galvanometerzeiger auf mehr als 30°, und lassen ihn rasch auf 0° herabsinken, so wie man die Blättchen in einem oder dem anderen Sinne neigt. Die directen Strahlen des bis 400° erhitzten Kupfers geben bei verschiedenen Neigungen dieselben Intensitätsverhältnisse, aber in einem weit kleineren Maafsstabe.

Ich bemerke hier ein für alle Mal, dafs bei der Mehrzahl der Versuche über Wärmepolarisation, wo man die Wärmestrahlen ohne Beimengung von Licht zu haben wünscht, die dunkle Wärme der bis unterhalb des Glühens erhitzten Körper sehr vortheilhaft ersetzt werden kann durch die Strahlen eines schwarzen, ganz undurchsichtigen Glases, das der Wärmefluth einer Flamme oder des glühenden Platins ausgesetzt ist. Diese Art von Wärme ist sicherlich ganz dunkel, und überdiefs sehr nahe von ähnlicher Diathermansie, wie die des Glimmers; sie bietet also alle wünschenswerthe Bedingungen dar, um an der Wärme für sich die entsprechenden Thatsachen von denen, die man bei der Lichtpolarisation beobachtet, nachzuweisen.

Die Unveränderlichkeit, welche, ungeachtet der Unterschiede in den mittleren Brechungsverhältnissen der verschiedenen einfallenden Bündel, der Winkel der vollständigen Refractions-Polarisation der Wärme darbietet, begreift sich, bei den Genauigkeitsgränzen, welche unsere jetzigen calorimetrischen Hülfsmittel liefern, durch ganz ähnliche Gründe, wie wir bei der Reflexions-Polarisation auseinandergesetzt haben.

Selbst wenn es dereinst gelingen sollte, die verschiedenen Wärmestrahlen zu isoliren und ihre Polarisationsindices für eine gegebene Incidenz mit der gröfsten Genauigkeit zu messen, würde man doch der Lehre von der strahlenden Wärme nur ein Element hinzuzufügen haben, welches die gegenwärtig bekannten Neigungen um

einige *Bruchtheile eines Grades* verschieden machte, während gegenwärtig die verschiedenen Strahlengattungen dieselbe Polarisationsgröfse geben. Allein da alle diese Gattungen sich vollständig polarisiren können, so würden sie doch, ungeachtet dieser kleinen Verschiedenartigkeiten, von gleich *polarisirbarer Natur* seyn.

Die Wärme polarisirt sich also ganz wie das Licht durch Refraction und durch Reflexion; dieser Schlufs bestätigt vollkommen die Theorie, welche wir im ersten Theil unserer Abhandlung auseinandergesetzt haben, um zu zeigen, wie die Polarisations-Erscheinungen im Innern der Turmaline stattfinden können, ohne dafs es möglich sey, sie aufserhalb wahrzunehmen [1]). Erinnern wir uns nämlich, dafs gewisse Arten von Turmalinen eine Wärmepolarisation geben, die vollständig, anscheinend unvollständig oder Null ist, je nach der Beschaffenheit der angewandten Wärme. So eben aber sagten wir, dafs alle Wärmestrahlen gleich gut polarisirbar seyen. Es liegt also in den Turmalinen eine Ursache, welche die polarisirende Wirkung bald versteckt, bald sichtbar seyn läfst. Diese Ursache kann keine andere seyn als die Doppelbrechung, welche in den parallel der Krystallaxe geschnittenen Platten immer zwei einander dekkende Bündel von gleicher Stärke, aber entgegengesetzter Polarisation hervorbringt. Im Fall, wo die Wirkung der Turmaline sich zeigt, findet sich eins dieser Bündel vollständig absorbirt, und nur das andere bleibt übrig mit der ihm eigenen Polarisation; im entgegengesetzten Fall erleiden beide Bündel eine gleiche Absorption, und treten, in Bezug auf Polarisation vollkommen neutralisirt, gemeinschaftlich aus. Wenn nun in diesem letzten Falle die austretende Wärme der gewöhnlichen Wärme ähnelt, so mufs nothwendig das zweite Bündel, welches zuvor absorbirt wurde, rechtwinklich gegen das erste

1) *Annal. de chim. et de phys. T. LXI p.* 408 (diese Annalen, Bd. XXXIX S. 29).

polarisirt seyn; auch muſs seine Polarisation vollständig seyn, denn isolirt zeigt sich das erste Wärmebündel in diesem Zustande.

Die Entstehung der beiden Wärmebündel in den doppelt-brechenden Mitteln und ihre rechtwinkliche Polarisation ergiebt sich auch aus einem anderen Versuch, der denen ganz analog ist, welche man in der Optik anstellt, um zu zeigen, welche Wirkung die doppelt-brechenden Körper auf das polarisirte Licht ausüben.

Wenn ein bei 35° 25′ von einem schwarzen Spiegelglase reflectirter Lichtstrahl senkrecht durch ein Gyps- oder Glimmerblättchen geht, und darauf auf eine zweite ebenfalls um 35° 25′ geneigte Glasplatte fällt, so reflectirt diese das einfallende Licht in gröſserer oder geringerer Menge, je nach der Lage, welche der Hauptschnitt des Krystallblättchens und die Ebene der zweiten Reflexion gegen die Ebene der ersten Reflexion, durch welche der Lichtstrahl polarisirt wurde, besitzt.

Betrachten wir die beiden Spiegel ohne die Krystallblättchen. Stellen wir ihre Reflexionsebenen anfangs parallel, und darauf rechtwinklich gegen einander; im ersten Fall erhalten wir das *Maximum* des reflectirten Lichts, im zweiten das *Minimum*.

Stellen wir nun das doppelt-brechende Blättchen zwischen die beiden Spiegel, nachdem wir zuvor auf seinen Rändern die Richtung des Hauptschnitts angegeben haben, stellen darauf diesen Hauptschnitt parallel und senkrecht gegen die Ebenen der ursprünglichen Reflexion, so wird nichts geändert; in beiden Fällen wird vom zweiten Spiegel gleich viel Licht reflectirt; daher die Benennung: *neutrale Axen*, welche man diesen beiden Richtungen im Blättchen gegeben hat. Neigt man aber den Hauptschnitt, oder die darauf Senkrechte so, daſs sie einen Winkel von 45° mit der Ebene der ursprünglichen Polarisation macht, so tritt in der Reflexion an dem zweiten Spiegel eine bedeutende Aenderung ein. Das

Maximum des reflectirten Lichts findet sich geschwächt, das Minimum verstärkt, und die in dem ersten Fall, wo die Reflexionsebenen parallel sind, erzeugte Verminderung der Intensität ist genau gleich der Verstärkung derselben in dem zweiten Fall, wo die Reflexionsebenen rechtwinklich auf einander stehen.

Diese Intensitätsvariationen, verursacht durch die Lage des Hauptschnitts der doppelt-brechenden Platte gegen die Ebene der ursprünglichen Polarisation, erfordern zu ihrem Auftreten eine gewisse Dicke der eingeschalteten Platte, eine von der Natur dieser Platte abhängige, aber immer äufserst kleine Dicke; sie sind überdiefs von einer lebhaften Färbung begleitet, welche auch bei gewissen, ebenfalls von der Natur des Krystalls abhängigen Dicken aufhört. Hier sehen wir ab von den Farben, und betrachten nur die Intensität, welche immer dem eben ausgesprochenen Gesetze folgt, man mag Farben erblicken oder nicht, und das Licht sich ganz farblos zeigen, wie diefs geschieht bei Gypsplatten von mehr als ungefähr einem halben Millimeter Dicke, und bei Glimmerplatten von fast doppelter Dicke.

Für unseren Zweck würde es überflüssig seyn, weiter einzugehen in die Theorie der Modificationen, welche die eingeschaltete Platte dem Lichtbündel einprägt in dem Maafse, als man ihren Hauptschnitt um die ursprüngliche Polarisationsebene dreht. Es mag genügen, daran zu erinnern, dafs die vorhin erwähnte Gleichheit der beiden Variationen eine nothwendige Folge ist von der Doppelbrechung, und der vollständigen und rechtwinklichen Polarisation, welche das Lichtbündel im Innern des doppelt-brechenden Krystalls erleidet. Das am ersten Spiegel polarisirte Licht theilt sich beim Durchgang durch diesen dünnen Krystall in zwei einander fast überdeckende Theile, oder behält seine Einheit, je nachdem eine der neutralen Axen geneigt oder parallel ist gegen die ursprüngliche Polarisationsebene. Sobald die

Zer-

Zerfällung stattfindet, entspringen daraus, bei der Neigung von 45°, zwei Bündel von gleicher Intensität, ein ordentliches und ein außerordentliches, welche in den beiden so eben untersuchten Fällen ihre Polarisationsebenen immer so gewandt haben, daſs die eine von ihnen genau in der Reflexionsebene des zweiten Spiegels liegt, und die andere rechtwinklich darauf. Das erste Bündel allein kann die zweite Reflexion erleiden und zum Auge gelangen. Nun wird eins dieser Bündel bald dem vom zweiten Spiegel reflectirten Licht hinzugefügt, bald von ihm abgezogen, und deshalb ist die Verstärkung, die im Fall der Rechtwinklichbkeit der Reflexionsebenen stattfindet, genau gleich der Schwächung, die beim Parallelismus dieser Ebenen eintritt.

Die eben auseinandergesetzten Thatsachen erfordern nicht nothwendig den Gebrauch zweier Spiegel, vielmehr erhält man sie auch mit einem Paar Turmaline, deren Axen folgweise parallel und winkelrecht gestellt werden. Endlich beobachtet man sie auch mittelst zweier Reihen paralleler Glasplatten, die gegen die einfallenden Strahlen zweckmäſsig geneigt und so gedreht werden, daſs ihre Refractionsebenen bald parallel, bald rechtwinklich stehen.

Kann man nun die nämlichen Erscheinungen bei den Wärmestrahlen hervorbringen, so wird man daraus schlieſsen müssen, daſs die Wärme sich bricht und polarisirt wie das Licht in doppelt-brechenden Körpern. Dieser Versuch ist von Hrn. Forbes gemacht, mit zwei seiner Glimmersäulen, die 0,20 bis 0,30 sichtbarer Polarisation gaben, und zwischen die er eine groſse verticale Glimmerplatte, versehen an zwei aneinanderstoſsenden und unter sich um 135° geneigten Rändern mit Leisten, einschaltete. Da der Hauptschnitt senkrecht war gegen eine dieser Leisten, und die ursprüngliche Refractionsebene immer senkrecht blieb, so konnte man, indem man die Platte bald auf die eine, bald auf die andere Leiste legte,

und zugleich die zweite Refractionsebene bald senkrecht, bald horizontal stellte, die in folgender Tafel angegebenen Wirkungen erhalten:

Wärmequellen.	Veränderungen, in Graden des Thermomultiplicators, wenn der Hauptschnitt des eingeschalteten Glimmerblatts aus der Senkrechtheit in eine Schiefe von 45° übergeht und die Brechungsebene der zweiten Säule ist:	
	senkrecht.	horizontal.
Quecksilber von 280° C.	—0°,23	+0°,26
Kupfer von 400°	—0 ,517	+0 ,545
Glühendes Platin	—2 ,18	+2 ,32
Argand'sche Lampe . . .	—1 ,43	+1 ,37

Vergleicht man jede positive Variation mit der entsprechenden negativen, so sieht man, dafs, bei den beiden dunkeln Wärmequellen und dem glühenden Platin, die erstere beständig gröfser als die zweite ist; bei der Strahlung der Lampe verhält es sich umgekehrt. Der Unterschied, der in den drei letzten Fällen 5 bis 6 Hundertel ist, steigt auf 12 Hundertel bei dem ersten. Allein wegen der Natur der Versuche, sagt Hr. Forbes, strebt die Tafel im Allgemeinen nach einer Coïncidenz der beiden Variationen [1]). Ich weifs nicht, ob der Mehrheit der Physiker diese Tendenz genügend erscheinen werde.

Wirklich hat es etwas Abschreckendes, wenn man sieht, dafs die Effecte bei der dunkeln Wärme, die uns am meisten interessirt, kaum auf einige Bruchtheile eines Grades steigen; denn es ist sehr schwierig auf dem 5 Centimeter im Durchmesser haltenden Kreis des Thermomultiplicators kleinere Gröfsen als Viertelgrade abzu-

1) „*The table generally points to a coincidence, and that as close as by the nature of the experiments we should perhaps be warranted in expecting.*" (*Tr. of the R. S. of Ed. Vol. XIII p.* 163.)

schätzen, und andererseits können die unbedeutendsten Umstände Veränderungen bewirken, die gröfser sind als die in den beiden ersten Fällen beobachteten Ablenkungen. Freilich hat Hr. Forbes an seinem Galvanometer eine mikrometrische Vorrichtung angebracht, mittelst der er leichter die Zehntelgrade schätzen konnte, und überdiefs hat derselbe sich dadurch gegen störende Einflüsse zu sichern gesucht, dafs er das Mittel aus mehren Beobachtungen nahm. Allein diese Hülfsmittel sind für den gegenwärtigen Fall nicht hinlänglich. Man sieht diefs deutlich aus der Beschaffenheit der mit den dunkeln Wärmestrahlen erhaltenen Resultate, welche, da sie einen ziemlich bedeutenden und stets nach gleichem Sinne ausschlagenden Unterschied gaben, weit entfernt seyn würden, die Gleichheit beider Wirkungen zu beweisen, wenn man sie nicht aus dem analogen Fall beim Lichte ableiten könnte, wo diese Gleichheit durch, über alle Zweifel erhobene, Inductionen festgestellt ist.

Um den Versuch für sich beweisend zu machen, hätte man ihn bei einer dunkeln, sehr intensiven und für Glimmer sehr durchgänglichen Wärmestrahlung anstellen müssen, um dieselbe, mit Beibehaltung eines bedeutenden Theils ihrer Stärke, durch Säulen von vielen Blättchen fast vollständig zu polarisiren, und so noch empfindlicher zu machen für die doppelt-brechende Wirkung des eingeschalteten Blättchens. Ueberdiefs hätte man sich gegen die Erhitzung des Glimmersystems schützen müssen, da diese immer die scheinbaren Polarisationswirkungen vermindert.

Um diesen doppelten Zweck zu erreichen, ist nichts besser, als die Wärmestrahlen durch eine Steinsalzlinse parallel zu machen, und sie durch Einschaltung eines schwarzen opaken Glases vollkommen von dem Lichte und dem gröfsten Theil der von dem Glimmer verschluckbaren Wärme zu befreien. Ich liefs also ein Bündel dunkler Wärmestrahlen unter 33° 30' auf meine beiden

Säulen von 20 Blättchen fallen, schaltete zwischen sie ein senkrechtes Glimmerblättchen ein, und, nachdem ich mich durch das oben angegebene Mittel überzeugt hatte, dafs die eigene Wärme der letzten Säule keinen merklichen Einflufs auf den thermoskopischen Körper hatte, schritt ich zur Messung der beiden Variationen, die sich nun sehr bedeutend zeigten, wie aus folgender Tafel erhellt:

Ursprung der von dem schwarzen undurchsichtigen Glase durchgelassenen Strahlen.	Veränderung, in Graden des Thermomultiplicators, als die neutralen Axen des eingeschalteten Blättchens, in Bezug auf die Brechungsebene der ersten Säule, aus dem Parallelismus oder der Rechtwinklichkeit in 45° Neigung übergingen, während die Brechungsebene der zweiten Säule gegen sie war:	
	parallel.	rechtwinklich.
Argand's Lampe	—29°,32	+29°,37
Locatelli's Lampe	—27 ,51	+27 ,56
Glühendes Platin	—31 ,19	+31 ,51

Jede dieser drei Wärmequellen war in den Mittelpunkt eines sphärischen Reflectors gestellt. Nachdem das Bündel paralleler Wärmestrahlen das schwarze Glas und das Glimmersystem durchdrungen hatte, gelangte es zum thermoskopischen Körper, ohne durch eine Sammellinse concentrirt zu werden, die hier, wegen der grofsen Intensität der erzeugten Effecte, nicht nöthig war. Das zwischen beide Säulen eingeschaltete Glimmerblatt war kreisrund und 0,2489 Millimet. dick; es konnte sich nur in seiner eigenen Ebene um seinen Mittelpunkt drehen, welcher also bei dieser Drehung unbeweglich blieb.

Die Gleichheit zwischen der negativen und der entsprechenden positiven Veränderung ist hier mit aller wünschenswerthen Genauigkeit festgestellt; denn ihre Unterschiede sind kleiner als 0,002, und bald in dem einen, bald in dem andern Sinn. Dennoch ist jede Zahl in dieser Tafel nur das Resultat von zehn Beobachtungen; allein

diese Beobachtungen wurden auch mit der gröfsten Sorgfalt angestellt, und die Unterschiede zwischen dem Maximum und Minimum jeder Reihe gingen kaum über einen halben Grad.

Gesetzt nun, dafs man ein horizontales Bündel der dunklen Wärme, die zum schwarzen Glase austritt, mit einer senkrechten Glas- oder Glimmerfläche unter dem Winkel der vollständigen Polarisation auffange, dafs man darauf die reflectirten Strahlen durch unser kreisrundes Glimmerblättchen gehen lasse, und nun die ausfahrende Wärme mit einer zweiten Glas- oder Glimmerfläche, die der ersten parallel gestellt ist, auffange; es wird an dieser eine zweite Reflexion erleiden und in Richtung parallel der ursprünglichen werden, sich dabei immerfort von der Quelle entfernend. Stellt man die thermoskopische Säule in einem gewissen Abstande von den beiden Reflectoren auf, so dafs sie den Eindruck des Wärmebündels, das die beiden Reflexionen und den Durchgang durch die Glimmerscheibe erlitten hat, empfängt, so beobachtet man, bei Drehung dieser Scheibe in ihrer eigenen Ebene, eine weit geringere Wirkung, wenn der Hauptschnitt um 45° gegen den Horizont neigt, als wenn er horizontal oder vertical ist. Die Wirkungen sind fast eben so merkbar als die Unterschiede in der letzten Tafel. Denn wenn der Hauptschnitt aus der einen in die andere Lage übergeht, durchläuft der Zeiger des Galvanometers Bogen von 20° bis 25°.

Dieser, dem vorhergehenden ganz analoge Versuch ist sehr interessant, weil er verstattet, die bei dem Act der Reflexion entwickelten Polarisationskräfte, was ihre Aeufserung betrifft, vollkommen zu trennen von den ähnlichen, bei einfacher Refraction auftretenden Kräften. Denn bisher mufsten wir, um die ersteren Polarisationskräfte sichtbar zu machen, unsere Zuflucht zu den letzteren nehmen. Hier erleiden die Strahlen keine gewöhnliche Refraction, sondern blofs zwei Reflexionen nach

einander. Die Scheibe, die senkrecht in das von einem zum andern Spiegel gehende dunkele Wärmebündel eingeschoben ist, thut gewissermafsen nichts, als den durch die blofse Reflexion erzeugten Polarisationszustand desselben zu entschleiern. Zwar könnte man, um die letztere Wärmepolarisation getrennt zu entfalten, ein directeres und dem zur Zeigung des analogen Licht-Phänomens üblichen ganz gleiches Mittel anwenden; allein es wäre zu mifslich, die Wärmequelle oder das Thermoskop zu verschieben, um den beiden Reflexionsebenen die senkrechte Richtung zu geben; denn man könnte einwerfen, dafs die Wärmestrahlen die Oeffnung des thermoskopischen Rohrs nicht in denselben Richtungen träfen, welche sie besafsen, als die beiden Reflexionsebenen parallel waren, oder auch, dafs die Intensität der Wärmequelle oder ihre Lage in Bezug auf die Spiegel während des Transports geändert worden wäre.

Kehren wir indefs zu den Säulen zurück. Wenn die Brechungsebenen winkelrecht auf einander sind, wird durch Einschiebung der Glimmerscheibe zwischen die beiden Glimmersäulen der Durchgang der Wärme erhöht, falls der Durchschnitt der Scheibe um 45° gegen die Brechungsebene neigt; dagegen läfst sie den Wärmedurchgang in seinem ursprünglichen Zustande, sobald der Hauptschnitt der Scheibe parallel liegt dieser Ebene. Nach der in England eingeführten Terminologie nennt Hr. Forbes *Depolarisations-Effect* das Verhältnifs der Wärmemengen, die bei diesen beiden Stellungen der Scheibe durch das System gehen. Bei dem Bemühen, dieses Verhältnifs für die Wärme aus verschiedenen Quellen zu bestimmen, findet Hr. Forbes, dafs es schwankt bei derselben *depolarisirenden* Scheibe, und bei demselben, unter einer constanten Neigung aufgestellten Säulenpaare. So gab ihm, in einem gewissen Falle, die Wärme des bis 400° erhitzten Kupfers durch ein Mittel mehrer Beobachtungen 100 : 118, und die

Wärme des glühenden Platins 100 : 134. Daraus schliefst er, dafs die Wärmestrahlen, je nach ihrer Natur, mehr oder weniger *depolarisirbar* seyen [1]).

Wenn man den Sinn des zu Anfange des ersten Theils dieser Abhandlung Gesagten wohl erfafst hat, so wird man leicht einsehen, dafs die Folgerung des Hrn. Forbes nicht zulässig seyn kann. In der That haben wir gesehen, dafs, bei dem von ihm gewählten Entfernungen, die aus der Erhitzung des ganzen Glimmersystems herrührende Wärme sich in einem merklichen Grade vermengt mit den directen Strahlen, die unmittelbar durch die Blättchen gehen. Bei jeder der angewandten Wärmequellen erleidet die Erwärmung der Säulen, und folglich die Menge von eigener Wärme, die sie auf den thermoskopischen Körper ausstrahlen, keine Veränderung bei den beiden Stellungen, die man dem Hauptschnitt des eingeschalteten Glimmerblatts nach einander giebt. Die Wärme-Absorption des Glimmers aber, aus der die besagte Erwärmung entspringt, verändert sich mit der Beschaffenheit der einfallenden Strahlen, und wird desto stärker, als die Quelle eine das System weniger durchdringende Wärme aussendet. Ueberdiefs sahen wir so eben, dafs die Wärmestrahlen einen gleichen *Depolarisations-Effect* erleiden, und folglich einen gleichen Unterschied zwischen den beiden Wärmeportionen geben, welche das System unmittelbar durchdringen, wenn der Hauptschnitt anfangs parallel ist, und darauf um eine gleiche Gröfse gegen die Ebene der ursprünglichen Polarisation gedreht wird. Es ist aber klar, dafs, wenn man eine gegebene Zahl zu zwei ungleichen Gröfsen addirt, diese nothwendig sich der Gleichheit nähern müssen, und desto mehr, je gröfser die hinzugefügte Zahl ist. Die Wärme der Quellen von niedriger Temperatur, d. h. der Quellen von wenig durchgänglichen Strahlen für den Glimmer, mufste also, da sie eine gröfsere

1) *Trans. of the R. S. of Edinb. Vol. XIII p. 1 p.* 155.

Absorption erleidet, bei den Versuchen des Hrn. Forbes eine *scheinbar* kleinere *Depolarisation* erleiden, als die Wärme der Quellen von höherer Temperatur, deren Strahlen eine geringere Erhitzung des Systems bewirken.

Die *Gleichheit* der *Depolarisation* aller Wärmearten beweise ich durch ganz ähnliche Mittel, welche ich zum Beweise der *Gleichheit* ihrer *Polarisation* angewandt habe.

Handelt es sich um heterogene Wärmefluthen, welche von verschiedenen, der Strahlung einer Flamme ausgesetzten Körpern durchgelassen sind, so nehme ich diejenigen, die mit den entgegengesetztesten Diathermansien begabt sind, und die, einzeln mit dem Depolarisationssystem verbunden, gleiche Wärmemengen durchlassen, wenn der Hauptschnitt meiner Glimmerscheibe parallel oder senkrecht gegen die ursprüngliche Polarisationsebene gestellt ist; neige ich dann in dem einen oder anderen Fall den Hauptschnitt um 45° gegen diese Ebene, so ist der Gang des Galvanometerzeigers in beiden Versuchen genau derselbe.

Will man diese Gleichheit bei der Wärme aus verschiedenen Quellen nachweisen, so beobachte man zuvörderst das Maximum des Durchgangs bei der Quelle von niedriger Temperatur, schalte darauf in die äufsere Bahn der Strahlung der Quelle von hoher Temperatur mehr oder weniger Glasplatten ein, bis das Maximum des Durchgangs dem bei der vorigen Quelle beobachteten gleich sey. Hierauf schreite man zu den Verstärkungen in beiden Fällen, indem man den Hauptschnitt um 45° gegen die Refractionsebene der vorderen Säule neige. Diese Verstärkungen werden einander gleich seyn.

Bei allen diesen Versuchen ist der Gang der Galvanometernadel sehr bedeutend; denn wir haben vorhin gesehen, dafs sie zuweilen Bogen von mehr als 30° durchläuft. Die kleinsten Bogen, welche bei Verände-

rung der Lage des Hauptschnitts beschrieben werden, giebt die Wärme des bis 400° C. erhitzten Kupfers; sie treibt die Nadel kaum um 7° fort. Da man indeſs, durch den angezeigten Kunstgriff, die Wärme der Flamme dahin bringen kann, daſs sie genau dieselbe Bewegung giebt, so ist die Gleichheit der Depolarisation in diesen beiden äuſsersten Fällen mit der gröſsten Evidenz erwiesen.

Die beiden Lichtbündel, welche von der Glimmer- oder Gypsplatte bei Neigung ihres Hauptschnitts um 45° gegen die ursprüngliche Polarisationsebene erzeugt werden, interferiren mit einander, und entfalten dadurch die lebhaftesten Farben, wenn sie gemeinschaftlich am zweiten Spiegel reflectirt, oder von der zweiten Säule durchgelassen werden. Giebt es nun eine ähnliche Interferenz bei den Wärmestrahlen?

Da hier die Färbung das Merkmal der Interferenz ist, so glaubte ich anfangs, daſs es mir leicht gelingen würde, die Wärme-Interferenz durch Versuche über die Diathermansie nachzuweisen. Ich will meine Gedanken deutlicher zu entwickeln suchen.

Bekanntlich haben die beiden farbigen Bilder, welche man erhält, wenn das eingeschobene Glimmer- oder Gypsblättchen mit seinem Hauptschnitt um 45° gegen die ursprüngliche Polarisationsebene neigt, und die zweite Polarisationsebene abwechselnd parallel oder senkrecht gegen die erste gestellt wird, immer complementare Farben. Gesetzt diese Farben seyen Roth und Grün. Betrachtet man die so successiv erzeugten Bilder durch ein recht rein rothes Glas, so erblickt man das erste, und nicht das zweite. Wendet man dagegen statt des rothen Glases ein weiſses oder anders gefärbtes an, so erblickt man die beiden Bilder bald in ihrem natürlichen Zustande, bald abgeändert, das rothe mehr als das grüne, und das grüne mehr als das rothe, je nach der Natur des eingeschobenen Schirms.

Diese verschiedenen Veränderungen, erzeugt in der relativen Stärke der beiden Bilder durch die Einschiebung eines gegebenen Schirms, würden sie nicht für uns eben so gut wahrnehmbar seyn, wenn unser Auge das Unterscheidungsvermögen für Farben verlöre, und bloſs die Empfindlichkeit für die Stärke des Lichts behielte? Das Auge, auf diesen Grad von Einfachheit zurückgeführt, würde aber seyn für das Licht, was unsere Thermometer für die Wärme sind. Wenn man also zwei *complementare Bündel dunkler Wärme* durch eine mit recht hervorstechender Diathermansie begabte Substanz gehen lieſse, wäre es möglich, daſs sie nicht gleich stark absorbirt würden; und man würde dann einen indirecten Beweis von der Interferenz der beiden Wärmebündel haben. Ich habe den Versuch mit mehren Arten von Platten gemacht; allein ich habe immer dasselbe Transmissionsverhältniſs in beiden Fällen erhalten. Indeſs entscheiden diese Resultate die Frage nicht; es ist möglich, und, nach Analogie, selbst wahrscheinlich, daſs die Wärmestrahlen interferiren; allein meines Erachtens haben wir noch keine einzige Thatsache, aus der wir irgend einen directen oder indirecten experimentellen Beweis für diese Interferenzen ableiten könnten [1]).

Was dagegen die Wärmepolarisation betrifft, so scheinen mir ihr Daseyn und ihre allgemeinen Gesetze durch die zahlreichen, in dieser Abhandlung enthaltenen Thatsachen wohl erwiesen zu seyn. Ich habe gesucht die Fundamentalversuche so klar wie möglich zu beschreiben, damit alle Personen, die sich für die Fortschritte der Physik interessiren, sie bequem studiren können. Ich füge noch hinzu, daſs sie nicht schwierig und miſslich sind; ich habe sie sehr oft und vor mehren Physikern wiederholt, und immer sind sie mir gelungen.

Wir hatten uns zu Anfange dieser Arbeit vorgesetzt, die Widersprüche in den Resultaten verschiedener Experimentatoren über die Wärmepolarisation zu erklären.

1) Trotz Hrn. Matteucci's Angaben (Ann. Bd. 35 S. 559). *P.*

Dieser Vorsatz wird nun nach der langen Erörterung, in die wir rücksichtlich der Versuche des Hrn. Forbes eingegangen sind, überflüssig.

Ausgenommen den Fall mit Turmalinen, welche die Polarisationsphänomene sichtbar machen oder nicht, je nach der besonderen Natur dieser Minerale, entspringen alle Unterschiede, die man in der durch Reflexions- oder Refractionskräfte entwickelten Wärmepolarisation beobachtet hat, aus der *mehr oder weniger starken Erwärmung* der Polarisationsapparate.

Der von den Spiegeln regelmäfsig zurückgeworfene und von den Säulen gebrochene oder unmittelbar durchgelassene Antheil Wärme ist sehr klein gegen den, welcher von diesen Spiegeln oder den Blättchen dieser Säulen absorbirt wird. Wenn man den thermoskopischen Körper so aufstellt, dafs er gleichzeitig von beiden Wärmegattungen ergriffen wird, so wird der Unterschied, der zwischen den schwachen, in der parallelen und winkelrechten Lage zurückgeworfenen oder gebrochenen Strahlen vorhanden ist, *verdeckt* durch die ungeheure Wärmemenge, welche die Polarisatoren gleich stark in beiden Fällen auf das Thermoskop ausstrahlen. Dieser Unterschied fängt an sich zu zeigen, wenn die secundäre Strahlung der Spiegel oder der Säulen eine verhältnifsmäfsig schwächere Wirkung auf das Thermoskop ausübt, als das Wärmebündel, welches die Reflexion oder unmittelbare Transmission erleidet. Er erreicht endlich seinen normalen Zustand, sobald man, durch eine zweckmäfsige Vorrichtung der Apparate, das Thermoskop der merklichen Einwirkung einer solchen Strahlung vollständig entzieht, und es blofs der zurückgeworfenen oder gebrochenen Strahlung aussetzt.

Ueberschaut man die Gesammtheit der Thatsachen, die heut zu Tage die Lehre von der strahlenden Wärme ausmachen, so sieht man, dafs dieses Wesen gänzlich wie das Licht fortgepflanzt, zurückgeworfen, gebrochen

und polarisirt wird; wenn diese Eigenschaften häufig unbemerkt bleiben, so mufs man diefs einem Mangel von Diathermanität bei den meisten Körpern zuschreiben, oder der ganz besonderen Weise, in welcher ihre Absorption sich auf die Wärmestrahlung äufsert.

Einige Mittel, wie Luft und Steinsalz, lassen alle Arten von Wärme- oder Lichtstrahlen gleich gut durch; andere aber verhalten sich abweichend gegen die Strahlen beider Wesen, indem sie bald mehr Licht als Wärme, bald mehr Wärme als Licht auslöschen. So hat man das sonderbare Schauspiel, dafs einige Körper die Lichtstrahlen vollständig absorbiren, und gewisse Wärmestrahlen frei durchgehen lassen, während andere für das Licht durchgänglich sind, aber alle Wärmearten vollständig auffangen.

Analoge Unterschiede zeigen sich wieder bei der verworrenen Reflexion, welche beide Strahlungen an der Oberfläche opaker und athermaner Substanzen erleiden; denn wir sehen vollkommen weifse Substanzen aufserordentlich verschiedene Portionen von Wärme, je nach deren Natur, reflectiren oder absorbiren, und dennoch absorbiren dieselben weifsen Flächen alle Lichtstrahlen in gleichem Maafse. Diefs letztere ergiebt sich mit gröfster Evidenz, wenn man solche Flächen dem gewöhnlichen Lichte aussetzt, aus der Abwesenheit einer jeden Färbung, die unfehlbar erscheinen würde, wenn durch eine Ungleichheit der Absorption die Farbenstrahlen, welche das regelmäfsig reflectirte Licht zusammensetzen, unter einander nicht dasselbe Intensitätsverhältnifs wie die einfallenden Strahlen besäfsen.

Andere, stets aus der Absorption entspringende Ungleichheiten zeigen sich in den Polarisationsphänomenen, welche die Turmaline darbieten. Die beiden Bündel, in welche ein Lichtstrahl bei Eindringen in die Platten zerfällt, verändern sich dermafsen bei ihrem Fortgang, dafs das ordentliche Bündel gänzlich absorbirt wird, und blofs

das aufserordentliche sich bei seinem Austritt vollkommen polarisirt erweist; und diefs Alles bei jeglicher Farbe des einfallenden Lichts. Bei der strahlenden Wärme findet dieses nicht mehr statt; die beiden Bündel, in welche sie beim Eintritt in dieselben polarisirenden Platten zerfällt, erleiden bald aufserordentlich verschiedene, bald vollkommen gleiche Absorptionen, und diefs hat, je nach der Beschaffenheit der Wärmestrahlen, grofse Unterschiede in den Polarisationserscheinungen zur Folge.

Die scheinbare Polarisation wird gleich für alle Arten Strahlungen, wenn man sie mittelst Refractions- oder Reflexionskräfte erzeugt, die ganz unabhängig sind von der Absorption der Mittel.

Eben so verhält es sich, wenn diese letztere Kraft keinen Einflufs auf das Reflexionsphänomen mehr hat. In der That sahen wir oben, dafs die verworrene Reflexion, bei der die Absorption eine so grofse Rolle spielt, von einem Wärmestrahl zum andern bedeutend variirt; allein der Theil der einfallenden Strahlung, welcher an der polirten Oberfläche von Steinsalz und anderen diaphanen Substanzen regelmäfsig zurückgeworfen wird, ist gleich für alle Licht- und Wärme-Arten.

Alle Körper werden durch strahlende Wärme heifs, und behalten, deren Einwirkung entzogen, einige Zeit die erlangte Wärme; allein wenige Körper, dem Lichte ausgesetzt, halten es so zurück, dafs sie hernach im Dunkeln leuchtend erscheinen; in den meisten Fällen verschwindet das Licht augenblicklich mit der Absorption.

Endlich hat die absorbirte Wärme so zu sagen ihre Natur verändert; sie bildet nun eine homogene Fluth, und die Art ihrer Transmission erlangt Eigenthümlichkeiten, ganz entgegengesetzt denen, welche die Wärme- oder Lichtstrahlung besitzt. In der That kriecht diese Wärme in allen Richtungen durch die Körper, pflanzt sich darin langsam fort, wie die durch Berührung mitgetheilte Wärme, und ihre Fortpflanzung wird bedeu-

dent abgeändert durch die Verschiebung der verschiedenen Theile des Körpers. Licht und strahlende Wärme dagegen bestehen aus heterogenen Fluthen, wandern nur in einer einzigen geraden Richtung, durchlaufen jeden Raum in einem einzigen unwahrnehmbaren Augenblick, und erleiden durchaus keinen Einfluſs durch eine mehr oder weniger lebhafte Bewegung der sie fortpflanzenden Mittel.

Kurz die Gesetze dieser beiden groſsen Wesen der Natur und die Abänderungen derselben durch die wägbare Materie sind die nämlichen, so lange ihre Strahlen sich frei bewegen. Zahlreiche Unterschiede zeigen sich aber sogleich, so wie der Gang der beiden Strahlungen irgend eine Hemmung erfährt, sey es an der Oberfläche oder im Innern der Körper.

VII. *Ueber eine besondere Klasse von Beugungserscheinungen; von K. W. Knochenhauer in Meiningen.*

Bei den bisherigen Untersuchungen über die Beugung des Lichtes hat man auf die Bilder geachtet, welche hinter dem Schirme entweder in einer beliebigen oder in unendlicher Entfernung entstehen, also den Effect der vom Schirme ab convergirenden oder parallel fortschreitenden Strahlen in Betracht gezogen. Beide Fälle unterscheiden sich theils durch die Art der Bilder, indem für jeden gewisse Oeffnungen im dunkeln Schirme vortheilhafter sind, theils durch die gröſsere oder geringere Schwierigkeit, welche die Berechnung dieser Erscheinungen darbietet. Die dritte Klasse der Beugungserscheinungen, wo die Bilder vor dem Schirme, d. h. auf der von dem Beobachter abgewandten Seite desselben, entstehen, nämlich durch das Zusammenwirken der vom

Schirme ab divergirend ausgehenden Strahlen, hat man bisher übergangen. Kann sie sich schon an glänzenden Erscheinungen nicht messen, und sind auch schon durch die bisher untersuchten Fälle die Gesetze der Beugungen begründet, so möchte es doch nicht ganz überflüssig erscheinen, auch auf diese dritte Klasse die Aufmerksamkeit hinzulenken, weil erst mit ihr das Gebiet abgeschlossen, und die Lage der Bilder, ähnlich wie bei den convexen Gläsern, in den drei Hauptstellen, vor, hinter und in unendlicher Entfernung vom Schirme, nachgewiesen ist.

Man wird sich leicht überzeugen, daſs der Umfang der zu dieser Klasse gehörigen Erscheinungen enge begränzt seyn muſs; denn wollte man den Ort der Bilder in eine nur einigermaſsen vom Schirme entfernte Stelle verlegen, und dieselben der Deutlichkeit wegen mit einem Fernrohre betrachten, so würde man so nahe an die durch parallele Strahlen hervorkommenden Erscheinungen heranstreifen, daſs sich mit den uns zu Gebote stehenden Mitteln des Messens kein Unterschied nachweisen lieſse. Die Bilder müssen daher ziemlich nahe vor der Oeffnung liegen; dieſs fordert wieder, daſs die Weite der Oeffnungen sehr gering und die Beobachtung mit Hülfe eines Mikroskops angestellt werde. Ich habe mich zu den folgenden Beobachtungen eines Mikroskops von Fraunhofer bedient, und kleine kreisrunde Oeffnungen, als die bequemsten, angewendet. Ich habe zuerst bei nicht zu starker Vergröſserung die Oeffnung eingestellt, dadurch mit dem Planspiegel entweder durch die bis auf einen Nadelstich verengerte Blendung, oder durch eine kurze Röhre mit zwei kleinen Oeffnungen an den Enden Sonnenlicht in parallelen Strahlen hinzugeleitet, und konnte nun bei genähertem Mikroskop die dunkeln Ringe deutlich erkennen; wären die Oeffnungen im Schirme etwas gröſser, so wurden die sonst nur dunkeln und hellen Ringe, nach Art der Newton'schen

Ringe, farbig; legt man namentlich auf die verengerte Blendung eine kleine convexe Linse und concentrirt dadurch die Sonnenstrahlen auf einen Punkt, so lassen sich die Färbungen der Centra zwei bis drei Mal durch die Farbenskale verfolgen, auch ist die Zahl der Ringe bis auf 5 oder 6 gestiegen. Da auch hinter dem Schirme in gleichen oder ziemlich entsprechenden Entfernungen ähnliche Ringe entstehen, so schien es mir zur leichteren Vergleichung der Beobachtungen mit der Berechnung zweckmäfsig, auch auf diese zu gleicher Zeit meine Aufmerksamkeit zu richten.

Ich will zuerst die Berechnung erläutern und dann zu den Beobachtungen übergehen. $ABCD$, Fig. I Taf. III, sey der dunkle Schirm, AB ein Durchschnitt der kreisrunden Oeffnung und O der leuchtende Punkt. Die Kugelzone AB, mit dem Radius OA gezogen, giebt die bestimmende Welle; ihr Mittelpunkt ist in E. Man nehme in der Linie OE vor und hinter dem Schirme $EF = EG$, und suche den Effect der von diesen Punkten ausgehenden Strahlen. Ist $OE = a$ und $EG = EF = b$, so hat ein beliebiger Strahl durch I von O bis G einen Weg $= OI + IG = a + b + \frac{(a+b)z^2}{2ab}$, und sollte er aus F kommen, einen Weg $= OB + BH = a + b + \frac{(a-b)z^2}{2ab}$ zurückzulegen, denn dann würde er mit dem Strahle bis G sich in gleicher Entfernung von F befinden. Die Linie EI ist $= z$ gesetzt, und die höheren Potenzen als z^2 sind als unbedeutend übergangen. Setzt man jetzt $\angle EIB = \varphi$ und die Intensität der auf die ganze kreisrunde Oeffnung auffallenden Strahlen $= 1$, so folgt nach den bekannten Formeln für die Beugung des Lichtes die Intensität der Strahlen in $G =$

$$I = \left(\iint \frac{z\,dz\,d\varphi}{r^2\pi} \cos \frac{2\pi(a+b)z^2}{2ab\lambda}\right)^2 + \left(\iint \frac{z\,dz\,d\varphi}{r^2\pi} \sin \frac{2\pi(a+b)z^2}{2ab\lambda}\right)^2$$

und

und die Intensität der scheinbar aus F herkommenden Srtahlen =

$$I'=\left(\iint \frac{z\,dz\,d\varphi}{r^2\pi} \cos\frac{2\pi(a-b)z^2}{2ab\lambda}\right)^2 + \left(\iint \frac{z\,dz\,d\varphi}{r^2\pi} \sin\frac{2\pi(a-b)z^2}{2ab\lambda}\right)^2,$$

beide Formeln integrirt von $\varphi=0$ bis 2π und von $z=0$ bis r.

Hiernach ist:

$$I=\left(\frac{2ab\lambda}{(a+b)r^2\pi}\right)^2 \sin^2\frac{\pi(a+b)r^2}{2ab\lambda}$$

und

$$I'=\left(\frac{2ab\lambda}{(a-b)r^2\pi}\right)^2 \sin^2\frac{\pi(a-b)r^2}{2ab\lambda}.$$

Die Minima von I liegen also bei $\frac{(a+b)r^2}{2ab\lambda}=1=2=3=\ldots$

die Maxima bei $\frac{(a+b)r^2}{2ab\lambda}=\frac{1}{2}=\frac{3}{2}=\frac{5}{2}=\ldots$

Eben so die Minima von I' bei $\frac{(a-b)r^2}{2ab\lambda}=1=2=3=\ldots$

und die Maxima bei $\frac{(a-b)r^2}{2ab\lambda}=\frac{1}{2}=\frac{3}{2}=\frac{5}{2}=\ldots$

Nach diesen Gleichungen findet man b leicht, wenn a, r und λ bekannt sind. Für parallel auffallende Strahlen ist $a=\infty$, und

die Minima sowohl von I als I' sind bei $\frac{r^2}{2b\lambda}=1=2=3=\ldots$

die Maxima von beiden bei $\frac{r^2}{2b\lambda}=\frac{1}{2}=\frac{3}{2}=\frac{5}{2}=\ldots$

Ich lasse jetzt die Beobachtungen folgen.

Beob. 1. Weifses Licht fällt in parallelen Strahlen auf die kreisrunde Oeffnung; $\lambda = 0{,}0002532$ Par. Lin.

r.	b vor und hinter dem Schirme beobachtet.	berechnet.
0l,016	1 Min. 0l,51	0l,51
	2 Min. 0 ,25	0 ,25
0 ,007	1 Min. 0 ,09	0 ,09
0 ,025	1 Min. 1 ,21	1 ,23
	2 Min. 0 ,64	0 ,62
0 ,042	2 Min. 1 ,70	1 ,74
	3 Min. 1 ,10	1 ,16
0 ,045	2 Min. 2 ,02	2 ,00
	3 Min. 1 ,34	1 ,33

Beob. 2. Weifses Licht; $a = 10$ Par. Lin., $r = 0^{l}{,}0257$ (berechnet aus Beobachtungen nach der vorigen Weise). Die Wellenlängen λ sind nach den Strahlen *B*, *C*, *D*, *E*, *F*, *G*, *H* bei Fraunhofer der Reihe nach zu 0,00030492 ; 0,00029100 ; 0,00026100 ; 0,00023316 ; 0,00021468 ; 0,00019020 ; 0,00017412 Par. Lin. angenommen.

Farbe des Centrums		vor dem Schirme b beob.	vor dem Schirme b ber.	hinter dem Schirme b beob.	hinter dem Schirme ber.
3 Max.	roth	0l,43	0l,42	0l,47	0l,45
	orange . .	0 ,46	0 ,44	0 ,50	0 ,48
	gelb	0 ,49	0 ,49	0 ,52	0 ,53
	grün	0 ,51	0 ,54	0 ,56	0 ,60
	blau	0 ,53	0 ,58	0 ,60	0 ,66
	dunkelblau	0 ,58	0 ,65	0 ,67	0 ,74
	violett . . .	0 ,62	0 ,69	0 ,71	0 ,82
2 Max.	roth	0 ,65	0 ,67	0 ,76	0 ,77
	orange . .	0 ,69	0 ,70	0 ,81	0 ,82
	gelb	0 ,75	0 ,77	0 ,88	0 ,92
	grün	0 ,81	0 ,86	0 ,99	1 ,04
	blau	0 ,96	0 ,93	1 ,18	1 ,15
	dunkelblau	1 ,03	1 ,03	1 ,34	1 ,31
	violett . . .	1 ,16	1 ,13	1 ,48	1 ,47
1 Max. [1]	roth	1 ,27	1 ,78	1 ,64	2 ,76
	orange . .	1 ,34	1 ,84	1 ,78	2 ,93
verschwimmt als gelblich-weifs					

1) Erschien mehr als violett.

Die Berechnungen stimmen mit den Beobachtungen so weit überein, als man es hier verlangen kann; namentlich muſs man bei der zweiten Beobachtung darauf Rücksicht nehmen, daſs die angenommenen Wellenlängen den beobachteten Färbungen nicht ganz entsprechen, daſs bei einer länger anhaltenden Färbung des Centrums die Messung etwas Willkührliches hat, und endlich, daſs wo die Maxima, wie zwischen dem dritten und zweiten, übereinandergreifen, Irrthümer gar nicht zu vermeiden sind. Am auffallendsten und zugleich am erklärlichsten ist dieſs beim Beginn des 1sten Max.; die rothe Farbe zeigt sich viel eher, als wo ihr Maximum einfällt. — Daſs übrigens die Beugung des Lichtes auch zu Bildern vor dem Schirme Veranlassung giebt, ist, so viel ich weiſs, schon zwei Mal bei den Beobachtungen Anderer hervorgetreten; es erklären sich nämlich hierdurch die doppelten Bilder, welche Degen (Annal. Bd. XXXV S. 468) bei den kleinen Oeffnungen in der von ihm zu einem anderen Behufe untersuchten dünnen Kohlenschicht wahrgenommen hat, eben so die dunkeln Streifen, welche das Auge beim Hindurchsehen durch schmale Spalten bemerkt. Den Grund der letzten Erscheinung hat zwar Quetelet (Annal. Bd. XXXIII S. 478) im Auge gesucht; allein so verschieden auch die Zahl der Streifen seyn mag, sie bleiben doch bei jeder Drehung der Spalte parallel zu derselben, und geben dadurch das beste Zeugniſs gegen die Erklärung. Man übersehe hiebei nicht die stärker dunkeln Streifen, wenn man das Auge etwas zudrückt, sie haben mit jenen nichts gemein. Jene sind die Beugungserscheinungen vor dem Schirme, wovon man sich noch überzeugen kann, wenn man eine runde Oeffnung durch einen Nadelstich im Schirme betrachtet, und das dunkle Centrum berücksichtigt, welches bei gröſseren weiter, bei kleinen näher am Schirme liegt. — Was die doppelten Bilder betrifft, auf welche Degen aufmerksam gemacht hat, so kann man sie leicht

wahrnehmen, wenn man eine kleine kreisrunde Oeffnung für das Mikroskop einstellt, und durch den Planspiegel das Licht einer Flamme gegen sie reflectirt, beim Näherschieben und Entfernen sieht man die Flamme erst aufrecht, dann umgekehrt, mehr oder weniger deutlich. Der Hergang ist hier, wie bei einer Camera obscura mit einer kleinen Oeffnung im Fensterladen. Jeder Punkt des leuchtenden Körpers giebt vor und hinter dem Schirme ein Ringsystem um die Linie, welche von ihm durch die Mitte der Oeffnung geht; diese Systeme zusammen geben hinten das umgekehrte, vorn das aufrechte, immer verwaschene Bild des leuchtenden Körpers. An der Stelle, wo in den Centris der Ringsysteme die Maxima der Intensität sind, scheint das Bild am deutlichsten zu seyn, das sonst in keiner Entfernung ganz fehlt. Es giebt also eigentlich nicht zwei, sondern unendlich viele, in den Maximis der Centralstellen am schärfsten hervortretende Bilder vor und hinter dem Schirme.

VIII. *Resultate der in der letzten Hälfte des Jahres 1837 zu Mailand angestellten magnetischen Beobachtungen. Schreiben an Hrn. A. v. Humboldt von Hrn. Kreil.*

Mailand, 10. Jan. 1838.

— Beiliegend habe ich die Ehre Ihnen die Resultate unserer in den letzten sechs Monaten angestellten magnetischen Beobachtungen mitzutheilen. Die Aenderungen der Inclination und der Schwingungsdauer der horizontalen Nadel wurden in demselben Locale und mit demselben Apparate beobachtet wie die früheren [1]); das Inclinatorium mufste aber in einem anderen Zimmer aufgestellt werden, da über dem bis jetzt dazu verwendeten

1) Annal. Bd. XXXXI S. 521 und 528. P.

ein neuer Beobachtungs-Saal erbaut wird, und daher die Nadel der heftigen Erschütterungen wegen zu sehr beunruhigt worden wäre. Die Inclinationsbeobachtungen wurden dadurch und durch die im Freien angestellten Versuche vom 21. Juli bis 12. August und vom 18. October bis 30. November unterbrochen. Ich benutzte diese Unterbrechungen, die Nadel näher an ihrem Schwerpunkte aufzuhängen, da sie die Aenderungen früher viel zu klein angegeben hatte; jetzt sind sie, wie Sie sich aus dem Folgenden überzeugen werden, hoffentlich nicht mehr sehr weit von der Wahrheit entfernt.

Monatliche Mittel der Schwingungsdauer der horizontalen Nadel auf die Temperatur 0° reducirt =22"+

1837.	Juli.	August.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.
20ʰ 0′	0",36511	0",38518	0",42[illegible]18	0",43623	0",45932	0",46244
21 15	0 ,36736	0 ,39437	0 ,43349	0 ,44333	0 ,46354	0 ,46898
22 30	0 ,35170	0 ,38711	0 ,43026	0 ,44186	0 ,45971	0 ,46878
23 45	0 ,34685	0 ,37357	0 ,41494	0 ,42784	0 ,45848	0 ,46579
1 0	0 ,33928	0 ,37227	0 ,40502	0 ,41819	0 ,45698	0 ,46517
2 45	0 ,32821	0 ,36383	0 ,38178	0 ,41575	0 ,45147	0 ,46102
4 30	0 ,32462	0 ,36059	0 ,38380	0 ,41986	0 ,45988	0 ,46757
6 0	0 ,32083	0 ,35223	0 ,40005	0 ,41719	0 ,45694	0 ,46202
7 30	0 ,32729	0 ,35751	0 ,40253	0 ,41946	0 ,45728	0 ,46645
9 15	0 ,33582	0 ,36156	0 ,40696	0 ,41923	0 ,46100	0 ,46475
11 0	0 ,34252	0 ,36700	0 ,40993	0 ,42394	0 ,45667	0 ,46366
Nacht	0 ,34696	0 ,36993	0 ,41594	0 ,42118	0 ,45556	0 ,46101
Mittel	0 ,341379	0 ,371263	0 ,410907	0 ,425338	0 ,458069	0 ,464803

Monatliche Mittel der Declination =18°+

	20ʰ 0.	22ʰ 30′.	1ʰ 0′.	4ʰ 30′.	7ʰ 30′.	11ʰ 0′.	Mittel.
Juli	24′ 48",4	32′ 29",1	39′ 32",1	35′ 58",4	31′ 52",3	30′ 31",2	32′ 37",9
Aug.	25 36 ,7	32 21 ,3	39 44 ,0	33 40 ,0	29 56 ,2	29 12 ,2	31 45 ,1
Sept.	28 35 ,3	35 42 ,6	41 47 ,5	34 15 ,0	30 58 ,9	29 56 ,5	33 32 ,6
Oct.	28 40 ,0	32 41 ,4	40 15 ,6	34 36 ,2	30 55 ,4	29 35 ,1	32 47 ,3
Nov.	29 42 ,1	33 7 ,6	37 14 ,4	33 27 ,8	31 6 ,4	28 19 ,3	32 9 ,6
Dec.	30 39 ,0	32 31 ,2	35 4 ,6	32 27 ,2	31 17 ,0	28 49 ,8	31 48 ,1

Monatliche Mittel der Inclination = 63° +

	20h 0′.	22h 30′.	1h 0′.	4h 30′.	7h 30′.	11h 0′.	Mittel.
Juli	43′33″,6	43′25″,0	43′21″,0	43′19″,0	43′17″,5	43′17″,0	43′22″,0
Aug.	51 23 ,4	51 20 ,3	51 10 ,3	51 0 ,1	50 48 ,1	50 47 ,3	51 4 ,9
Sept.	48 28 ,5	48 29 ,1	48 7 ,3	48 17 ,1	48 3 ,8	48 0 ,4	48 14 ,4
Oct.	47 43 ,7	47 45 ,8	47 31 ,2	47 28 ,1	47 29 ,1	47 29 ,7	47 34 ,6
Dec.	55 19 ,9	55 44 ,0	55 53 ,2	56 3 ,7	55 53 ,1	45 43 ,5	55 46 ,3

Fünftägige Mittel.

1837.	☾	Schw. Dauer.	Decl. = 18°.	Incl. = 63°.
Juni 29 — Juli 3	●	22″,33249 *)	33′ 40″,5	44′ 6″,3
Juli 4 — 8		22 ,33929	33 1 ,1	43 37 ,0
9 — 13		22 ,33892	31 53 ,0	43 3 ,7
14 — 18		22 ,33342	32 50 ,8	43 8 ,3
19 — 23		22 ,33531	33 23 ,8	42 52 ,7
24 — 28		22 ,33499	30 35 ,4	
29 — Aug. 2	●	22 ,37174	32 10 ,9	
Aug. 3 — 7		22 ,35590	31 8 ,4	
8 — 12		22 ,34698	31 7 ,2	
13 — 17		22 ,37877	31 12 ,8	51 12 ,1
18 — 22		22 ,37830	31 15 ,4	51 24 ,4
23 — 27		22 ,38849	31 46 ,8	51 5 ,7
Aug. 28 — Sept. 1	●	22 ,40567	34 8 ,3	50 11 ,1
Sept. 2 — 6		22 ,41890	33 19 ,8	48 19 ,8
7 — 11		22 ,41075	33 37 ,4	47 12 ,7
12 — 16		22 ,41304	32 44 ,1	47 39 ,0
17 — 21		22 ,39986	32 25 ,8	48 50 ,3
22 — 26		22 ,42500	33 38 ,0	49 14 ,3
27 — Oct. 1	●	22 ,43497	35 4 ,9	47 47 ,1
Oct. 2 — 6		22 ,41664	33 37 ,8	47 38 ,8
7 — 11		22 ,41527	33 24 ,6	47 26 ,0
12 — 16		22 ,42563	33 4 ,0	47 30 ,5
17 — 21		22 ,44054	32 31 ,1	
22 — 26		22 ,42240	31 43 ,5	
27 — 31	●	22 ,44058	31 41 ,6	
Nov. 1 — 5		22 ,44288 *)	31 45 ,5	
6 — 10		22 ,44974	32 24 ,3	
11 — 15		22 ,48344 *)	32 10 ,2	
16 — 20		22 ,47213	33 11 ,6	
21 — 25		22 ,46459	32 13 ,6	
26 — 30	●	22 ,45559	31 16 ,5	

1837.	☾	Schw. Dauer.	Decl. = 18°.	Incl. = 63°.
Dec. 1—5		22′ 46036	31′ 40″,0	54′ 49″,2
6—10		22 46020	30 47 ,7	54 14 ,5
11—15		22 47382 *)	31 54 ,6	56 22 ,0
16—20		22 47784 *)	32 58 ,8	55 53 ,0
21—25		22 46104	31 49 ,9	56 30 ,0
26—30	●	22 46248	31 35 ,6	56 40 ,2

Der Regelmäfsigkeit der Schwingungsdauer wurde in diesen Monaten durch viele und gewaltige Störungen, von denen die stärksten durch die den vorhergehenden Zahlen beigesetzten Asterisken angezeigt sind, einiger Eintrag gethan; nichts desto weniger zeigte sich zu Ende des Juli und am Anfange des Octobers deutlich ein Maximum zur Zeit des Neumondes, während in den folgenden Monaten schon ein Minimum mit dieser Phase eintrat; der September macht, so wie der März, eine Ausnahme von der Regel, die nun schon seit zwei Jahren in der Schwingungsdauer so augenfällig hervortritt. Ich wünschte sie auch durch eine analoge Thatsache in der Richtung der Nadel bestätigen, und wo möglich entscheiden zu können, welchem der beiden Gestirne, der Sonne oder dem Monde, die Ursache hievon zuzuschreiben sey. Ich habe zu diesem Zwecke sämmtliche Declinationsbeobachtungen in zwei Klassen gesondert, je nachdem zur Zeit derselben der Mond sich östlich oder westlich vom magnetischen Meridian befand. Auf diese Art erhielt ich für jede Tagesstunde, in welcher eine Beobachtung angestellt wird, und in jedem Monate zwei Reihen derselben, die eine bei Mond Ost, die andere bei Mond West, welche mit einander verglichen den Einfluſs dieses Gestirnes zeigen mufsten. Freilich kommt hier die Aenderung der Declination von einem Monate zum andern mit in's Spiel, die in verschiedenen Ständen verschieden ist; denn während die um 8 Uhr Morgens beobachtete Declination mit der mittleren mehr parallel geht, pflegt sie

um 1 Uhr in den Frühlingsmonaten zu wachsen, im Herbste abzunehmen, so dafs, wenn sie im December z. B. nur um 5 Minuten von der um 8 Uhr verschieden ist, sie im Juni und Juli in unseren Breiten sich um 16 bis 17 Min. von ihr entfernt; ja die um 11 Uhr Abends beobachtete ist im Sommer um 7 bis 8 Min. gröfser als die Morgens, und sinkt in den Wintermonaten unter sie herab, so dafs zu dieser Zeit die kleinste Declination gegen Mitternacht eintritt. Diese Abänderug mufste natürlich den Einflufs des Mondes, dem ich nachforschte, überwiegen, und es sind noch nicht hinlängliche Daten vorhanden, sie zu eliminiren, und jenen Einflufs, wenn er überhaupt vorhanden ist, rein darzustellen. Aber da sie periodisch ist, so mufs sie sich in einer gröfseren Anzahl von Beobachtungen von selbst aufheben; nur fragt es sich, ob hiezu schon eine Reihe von zwei Jahren hinreichend sey. Ich war erstaunt zu sehen, dafs schon einjährige Beobachtungen ein Resultat geben, das kaum einem Zweifel hierüber Raum läfst, und welches sich im zweiten Jahre noch mehr bestätigte, wie man aus der folgenden Tafel sehen wird. Vom Jahre 1836 konnten nicht alle Beobachtungen in Rechnung gezogen werden, weil manche Beobachtungsstunden gewechselt worden waren.

1836.

Stunde.	☾ Ost.	☾ West.	O.—W.
20h 0'	18° 35' 8",7	18° 34' 45",3	+23",4
22 30	42 47,4	41 27,6	+79,8
1 0	48 14,1	47 56,3	+17,8
4 30			
7 30			
11 0	37 5,9	36 59,8	+ 6,1
Mittel			+31",8

1 8 3 7.

Stunde.	☾ Ost.	☾ West.	O.—W.
20ʰ 0′	18° 27′ 45″,4	18° 26′ 52″,0	+53″,4
22 30	32 43 ,0	32 27 ,7	+15 ,3
1 0	39 18 ,8	39 15 ,6	+ 3 ,2
4 30	35 14 ,0	34 45 ,2	+28 ,8
7 30	31 41 ,0	31 34 ,2	+ 6 ,8
11 0	29 59 ,1	30 3 ,0	— 3 ,9
			+17″,3

Der Einfluſs des Mondes auf unsere Magnetnadeln äuſsert sich also wie der eines Körpers, der den nach Süden gerichteten Pol anzieht. Das Phänomen tritt am entschiedensten hervor in jenen Stunden, in welchen sich der Gang der beobachteten Declination am wenigsten von dem der mittleren entfernt. Es ist nun die Aufgabe des Inclinatoriums zu entscheiden, ob diese Wirkung sich bloſs auf die Richtung der Nadel beschränke, und ob die bemerkten Aenderungen in der Schwingungsdauer vielleicht Folge entsprechender Aenderungen der Inclination seyen, oder ob auch die Intensität der totalen Kraft eine Aenderung erleide. Die bis jetzt angestellten Beobachtungen scheinen für die letzte Ansicht zu sprechen; doch muſs hierüber noch die Entscheidung der jetzt besser aufgestellen Nadel abgewartet werden.

Indessen sind auch die im vergangenen Jahre mit diesem Apparate angestellten Beobachtungen nicht ohne Ergebnisse geblieben. Der genau parallele Gang der Inclinations-Aenderungen mit denen der Schwingungsdauer der horizontalen Nadel machte es höchst wahrscheinlich, daſs letztere gröſstentheils eine Folge der ersteren seyen, und daſs die Intensität den Tag über constant bleibe. Um dieſs zu erforschen, wurden im Monate September täglich zwei Mal, um 8 Uhr Morgens und um 7 Uhr Abends (welche Stunden nahe mit der gröſsten und kleinsten Schwingungsdauer der horizontalen Nadel zusammen-

fallen), Beobachtungen über die Dauer einer Schwingung der Inclinationsnadel angestellt, und gefunden, dafs sich

um 8 Uhr Morgens $= 10'',58961$
um 7 Uhr Abends $= 10\ ,58843$
also ihr Unterschied $= \ 0\ ,00118$

so klein ist, dafs er auf Rechnung der Beobachtungsfehler und der hier vernachlässigten inneren Temperatur des Beobachtungssaales geschrieben werden kann. Diese Beobachtungen wurden im December mit mehr Genauigkeit wiederholt, und gaben Schwingungsdauer

für 8 Uhr Morgens $= 13'',94196$
für 7 Uhr Abends $= 13\ ,94200$
Unterschied $= \ 0\ ,00004$.

Sie bestätigen die völlige Gleichheit der Intensität zu beiden Beobachtungszeiten, und erlauben daher aus den beobachteten Aenderungen der Dauer einer horizontalen Schwingung die Inclinationsänderungen unmittelbar abzuleiten und umgekehrt. Diefs kann geschehen mittelst der Formel:

$$di = \frac{2 \cot g\, i}{T \sin 1''} dT,$$

in welcher di die gesuchte Inclinations-Aenderung,

$i = 63^\circ\ 55'\ 30''$ die gegebene Inclination,
$T = 22'',465$ die bekannte Schwingungsdauer der horizontalen Nadel,

und dT ihre Aenderung zwischen den beiden Beobachtungszeiten ist. Für 8 Uhr Morg. und 7 Uhr Ab. im December hat man $dT = 0'',00401$, also $di = 36'',0$
beobachtet wurde $di = 33\ ,2$

Unterschied $= \ 2'',8$.

Es ist also wahrscheinlich, dafs die Nadel nahe am Schwerpunkte aufgehängt ist. Ist diefs der Fall, und sind die Beobachtungen an beiden Apparaten gut, so müssen auch für die übrigen Stunden sich nahe gleiche

Werthe aus der Berechnung und der Beobachtung ergeben. Ich fand folgende Unterschiede:

	20ʰ und 22ʰ 30′.	2ʰ und 1ʰ.	20ʰ und 4ʰ 30′.	20ʰ und 7ʰ 30′.	20ʰ und 11ʰ.
dT	0″.00634	0″,00373	0″,00513	0″,00401	0″,00122
Berechnet di	57″,0	34 ,3	45 ,1	36 ,0	11 ,0
Beobacht. di	25 ,1	33 ,3	43 ,8	33 ,2	23 ,6
Ber. — Beob.	+31 ,9	+ 1 ,0	+ 1 ,3	+ 2 ,8	—12 ,6

Die Differenzen für 22ʰ 30′ und 11ʰ sind grofs, aber sie haben entgegengesetzte Zeichen, scheinen also vielmehr einer anderen Ursache als der Mangelhaftigkeit der Apparate zuzuschreiben zu seyn; auch wird man sie vielleicht erklärlich finden, wenn man bedenkt, dafs ein Fehler von 0″,001 in der Schwingungsdauer einen Fehler von 9″ in der Inclination hervorbringt, und dafs dergleichen Fehler in der ersteren wohl eintreten können, da schon die Correction wegen der Temperatur auch in diesem Monate 0″,03 betrug, und die mittlere, bisher meistens durch Interpolation gefundene Temperatur wohl nicht so genau verbürgt werden kann, nicht zu gedenken des Einflusses der Eisenmassen auf beide Apparate, welcher vielleicht auch nicht in allen Stunden derselbe ist. Auf jeden Fall glaube ich, dafs man, wenn ja die Beständigkeit der Kraft sich auf alle Tagesstunden ausdehnt (was durch ähnliche Beobachtungen wie die früheren noch untersucht werden wird), an beiden Apparaten eine sehr scharfe Controle ihrer gegenseitigen Resultate hat, und dafs gute Beobachtungen am Inclinatorium auch die Inclinations-Aenderungen mit grofser Genauigkeit geben können; so z. B. hätte ich wahrscheinlich die grofsen Anomalien, welche in der Schwingungsdauer der horizontalen Nadel im letzten December eintraten, und welche um 4ʰ 30′, also zur Zeit, wo gewöhnlich das Minimum eintritt, eine der gröfsten Dauer anzeigten, einer Mangelhaftigkeit der Beobachtung oder

des Apparates zuzuschreiben, hätte mich nicht das Inclinatorium belehrt, daſs diese Unregelmäſsigkeiten wirklich statt hatten.

Ich habe aus der Tafel für die monatlichen Mittel die Unterschiede zwischen dem Maximum und Minimum der Inclination und horizontalen Schwingungsdauer genommen, aus den Unterschieden der Schwingungsdauer die der Inclination nach obiger Formel berechnet, und die Resultate in der folgenden Tafel zusammengestellt:

1 8 3 6.

	Schw. Dauer.	Declination.	Inclination.
Januar	0",02922	4' 8",0	4' 28",4
Februar	0 ,01306	7 18 ,4	2 7 ,3
März	0 ,02737	10 14 ,7	4 11 ,4
April	0 ,01510	15 42 ,4	2 18 ,7
Mai	0 ,04049	16 25 ,5	6 12 ,0
Juni	0 ,04927	15 46 ,1	7 32 ,6
Juli	0 ,05115	16 35 ,2	7 49 ,9
August	0 ,04378	16 6 ,7	6 43 ,1
September	0 ,04466	15 23 ,3	6 50 ,3
October	0 ,04436	12 17 ,9	6 47 ,5
November	0 ,02057	7 51 ,5	3 9 ,0
December	0 ,01693	5 54 ,6	2 35 ,5

1 8 3 7.

	Schw. Dauer.	Declination.	Inclination.
Januar	0",01435	9' 16",2	2' 9",5
Februar	0 ,01193	8 8 ,9	1 47 ,6
März	0 ,03551	13 7 ,8	5 20 ,5
April	0 ,02738	17 26 ,8	4 7 ,0
Mai	0 ,03023	14 27 ,8	4 32 ,7
Juni	0 ,04105	15 19 ,0	6 10 ,4
Juli	0 ,04753	14 43 ,7	7 8 ,8
August	0 ,04214	14 7 ,3	6 20 ,2
September	0 ,05171	13 12 ,2	7 46 ,6
October	0 ,02758	11 35 ,6	4 8 ,8
November	0 ,01207	7 32 ,3	1 48 ,9
December	0 ,00797	4 25 ,6	1 11 ,9

Man sieht aus dieser Tafel, dafs die Bewegung der Nadel, sowohl in horizontaler als in verticaler Richtung, in den Sommermonaten stärker ist als im Winter.

So wie im vorigen Jahre, habe ich auch in diesem die beobachteten Werthe der Schwingungsdauer und Temperaturen benutzt, um aus ihnen den Coëfficienten abzuleiten, mittelst dessen man sie auf eine beliebige Temperatur zurückführen kann. Da aber, wie ich Ihnen in meinem früheren Briefe schrieb, bei Gelegenheit der Versendung eines unserer Apparate nach Pavia (nicht Paris, wie in Poggend. Ann. Bd. XXXXI S. 529 irrig abgedruckt wurde) sich die Schwingungsdauer änderte, so wurden die ersten beiden Monate nicht in Rechnung gezogen; die übrigen gaben die folgenden Bedingungsgleichungen:

für die Tagbeobachtungen.

März	$D=22'',39088+4'',27\,A$
April	$D=22,42924+8,76\,A$
Mai	$D=22,45228+11,94\,A$
Juni	$D=22,52336+19,64\,A$
Juli	$D=22,51355+19,49\,A$
August	$D=22,52345+20,56\,A$
September	$D=22,47145+14,82\,A$
October	$D=22,44036+10,29\,A$
November	$D=22,39470+4,94\,A$
December	$D=22,36504+2,13\,A$

für die Nachtbeobachtungen.

März	$D=22'',37374+2'',46\,A$
April	$D=22,40950+6,69\,A$
Mai	$D=22,43409+9,30\,A$
Juni	$D=22,49203+16,20\,A$
Juli	$D=23,48951+16,09\,A$
August	$D=22,49617+17,32\,A$
September	$D=22,45493+11,47\,A$
October	$D=22,42069+7,71\,A$
November	$D=22,38670+3,22\,A$
December	$D=22,36881+1,38\,A.$

Ich erhielt die wahrscheinlichsten Werthe:

$D = 22'',35551 \qquad D = 22'',35423$

$A = -0,0081279 \qquad A = -0,0085287.$

Die Art, wie ich zu diesen Zahlen gelangt bin, ist dieselbe, die ich schon in den Astronom. Nachr., No. 328, angegeben habe, nur wurde wegen der Differenz zwischen der in der Umgebung der Nadel herrschenden Temperatur und der äufseren noch eine Correction angebracht. Ueber das zu diesem Zwecke angestellte Experiment[1]) habe ich ausführlicher gesprochen in dem *Primo supplemento alle effemeridi di Milano*, *p.* 165, der ganz diesem Gegenstande gewidmet ist, und aufser der Uebersetzung und dem Commentar der Abhandlung: »*Intensitas vis magneticae etc.* . . . « auch die Beschreibung unserer Apparate, und der Methoden, nach welchen hier die Beobachtungen angestellt werden, enthält. Wenn durch den Absatz einer hinlänglichen Anzahl von Exemplaren die Druckkosten gedeckt sind, wird sogleich zum Drucke der Beobachtungen selbst geschritten werden.

Folgendes sind die Ergebnisse der im Freien (im botanischen Garten) angestellten Beobachtungen; die Decli-

1) Ich habe für den Coëfficienten, mit welchem die Schwingungsdauer der Nadel und die Temperaturdifferenz multiplicirt werden mufs, um die gesuchte Correction zu erhalten, die Zahl 0,00014453 gefunden; Kupffer (Pogg. Ann. Bd. XXXIX S. 225) findet für seine Inclinationsnadel, die eine Schwingungsdauer von nahe 12'' hat, die Zunahme von 200 Schwingungen bei einem Grad Réaumur $= 0'',859$, also für eine Schwingung $= 0'',00430$, dadurch wird jener Coëfficient $= \frac{0'',00430}{12} = 0'',000358$. Dividire ich die von mir gefundene Zahl durch Cos. Incl., um sie auf die Inclinationsnadel zu reduciren, so finde ich $0'',000328$. Die Uebereinstimmung des Resultates eines so ausgezeichneten Gelehrten mit dem meinigen ist für mich um so erfreulicher, als ich wegen einer eisernen Röhre, die zur Heizung des Beobachtungssaales an dem Ofen angebracht werden mufste, wenig Vertrauen in mein Experiment setzte.

nationen wurden alle mit derselben Göttinger Nadel (No. 4) gefunden:

1 8 3 7.		Mittl. Zeit von Mailand.	Declination.
Mai	29	4h 21′ 3″	18° 33′ 26″
	30	3 14 46	41 19
	31	19 56 35	24 10
	31	3 43 54	37 55
Juni	1	4 27 48	36 30
	2	19 55 8	32 59
	2	22 29 45	36 50
	3	21 0 16	37 53
August	25	22 15 37	30 6
	25	1 45 1	37 55
	27	22 13 15	30 49
	29	21 59 51	35 2

Die Inclination wurde mit dem Inclinatorium von Lenoir beobachtet, die Beobachtungszeit war zwischen 23 Uhr und 3 Uhr:

1837	August 25	Incl. = 63°	50′ 0″,7
	26		48 7,8
	27		54 7,4
	December 5		55 7,8.

Für die absolute Intensität der horizontalen Kraft wurden mit den beiden Göttinger Nadeln, von denen No. 4 die stärkere ist, nach Gaufs's Methode folgende Zahlen gefunden:

1837	Mai	29	$T = 2{,}030997$	Nadel 4
		30	$T = 2{,}031256$	- 4
		31	$T = 2{,}032206$	- 4
	Juni	2	$T = 1{,}997194$	- 4
	August	24	$T = 2{,}010037$	- XVII
		25	$T = 1{,}998975$	- 4
		26	$T = 2{,}098047$	- XVII
		27	$T = 2{,}085696$	- 4
		28	$T = 1{,}986081$	- XVII
		29	$T = 1{,}989343$	- 4

IX. *Notiz über einen neuen, durch Einfluſs des Erdmagnetismus wirksamen elektro-magnetischen Apparat; von Hrn. A. v. Kramer in Mailand.*

Beschäftigt seit einiger Zeit mit der Erbauung einer als bewegende Kraft anwendbaren elektro-magnetischen Maschine, und dabei das Glück genieſsend, diese Arbeit, die ich mir vorbehalte in Zukunft zu veröffentlichen, in ihrer ganzen Ausdehnung zum Gegenstande des Studiums machen zu können, gerieth ich auf den Gedanken, daſs es möglich seyn würde, die magnetische Kraft der Erde zu benutzen, um mittelst zweckmäſsig gestellter Elektromagnete eine continuirliche Rotationsbewegung hervorzubringen. Ein Magnetstab nämlich, der in seinem Schwerpunkte an einen Faden oder auf einen Stift horizontal aufgehängt ist, strebt vermöge seines Magnetismus sich in eine dem magnetischen Meridian parallele Lage zu versetzen. Wenn man nun die Pole umkehrt, so muſs der Stab natürlich seine Lage ändern. Sein zum *Nord*pol gewordener *Süd*pol wird die Stelle des zum *Süd*pol gewordenen *Nord*pols einzunehmen suchen, und daher der Stab eine halbe Umdrehung um seinen Schwerpunkt machen. Gesetzt nun, es finde jedesmal, wenn der Stab in diese Lage angelangt ist, wiederum eine Umkehrung der Pole statt, so muſs begreiflicherweise die Bewegung eine fortwährende werden. Von dieser Thatsache ausgehend, habe ich, zur Erlangung einer continuirlichen Rotationsbewegung, die hier beschriebene Maschine zu construiren versucht; sie hat nicht allein meiner Erwartung entsprochen, sondern was Schnelligkeit und Gewalt ihres Ganges anlangt, weit übertroffen. Ich muſs indeſs sogleich hinzufügen, daſs ich niemals Hoff-

nung

nung gehegt habe, diesen Apparat als mechanische Kraft benutzen zu können; er kann, wenigstens meiner Einsicht nach, weiter nichts als ein physikalischer Versuch seyn, ist aber sehr geeignet, um in Vorlesungen die Macht des Erdmagnetismus zu beweisen.

Zwei cylindrische Stäbe von weichem Eisen *AB*, *A'B'*. (Fig. 2 Taf. III), 11 Millimeter im Durchmesser und 255 Centimeter lang, wurden mit einem $\frac{2}{3}$ Millimeter dicken und seiner ganzen Länge nach mit Seide übersponnenen Kupferdraht umwickelt, so dafs auf jeden Cylinder 225 Windungen kamen. Nach Umwicklung mit Seidenband legte man diese beiden Stäbe über Kreuz in die Ausschnitte eines cylindrischen Holzstückes *CD*, *C'D'* von sechs Centimetern Durchmesser, das zu ihrer Feststellung diente. Um leicht dahin zu gelangen, schnitt man zuvörderst das cylindrische Holzstück in Richtung seines Durchmessers entzwei, machte dann in eine der dadurch erhaltenen Scheiben auf der Drehbank eine kreisrunde concentrische Rinne, bestimmt zur Aufnahme des an der andern Scheibe stehen gelassenen Wulstes, so dafs beide Scheiben, wenn man sie zusammen legte, immer in derselben verticalen Lage gegen einander bleiben mufsten. Fig. 3 (Taf. III) wird das eben Gesagte verdeutlichen. Diese Vorrichtung war nöthig, damit die beiden Stahlspitzen *E*, *E'*, bei Zusammenlegung der beiden Scheiben, sich immer in der Axe der Figur befanden. Nachdem diefs bewerkstelligt, machte man in jede der Scheiben, die auf einander gelegt werden sollten, eine gerade Rinne, zur Aufnahme der in zuvorgenannter Weise umwickelten Stäbe. Wenn man nun die beiden Scheiben auf einander setzte und sie in ihrer kreisrunden Einfügung so weit drehte, bis die in ihrem Innern befestigten Stäbe sich rechtwinklich kreuzten, so brauchte man sie nur durch Schrauben zu befestigen, um die Cylinder in ihrer Lage zu halten.

Diefs ist das System, welches, nachdem die Stäbe

horizontal gelegt worden, sich in Bewegung setzen mufs, sobald man die Stäbe durch einen Volta'schen Strom magnetisirt. Hier entspringen nun aber grofse Schwierigkeiten aus dem Gewicht des Apparats und der dadurch erfolgenden Reibung. Andererseits ist auch ein zweites Hindernifs zu überwinden, nämlich die Umkehrung der Pole ohne sonderliche Vermehrung der schon vorhandenen Reibung zu bewerkstelligen. Folgendermafsen ist mir dieses gelungen.

Die untere Scheibe versah ich mit einem Untersatz K von Kork; überzogen mit Siegellack (der, genau genommen, hätte von Holz seyn und aus einem Stück mit $C'D'$ bestehen können), der unten eine Höhlung hatte. In diese reichte die Spitze des an der unteren Scheibe befestigten Stahlstifts hinab auf ein Stahlstück F', das mit einem als Pfanne dienenden Grübchen versehen, und mit Kitt mitten auf dem Boden eines weiten Glasgefäfses $II'I''I'''$ befestigt war. Die Tafel, auf welcher der ganze Apparat ruhte, trug einen zwei Mal rechtwinklich gebogenen Kupferständer $GG'G''$, versehen am Ende mit einem Agathütchen F, oder besser noch mit einem Stück Glasrohr von der in Fig. 4 Taf. III abgebildeten Gestalt, zur Aufnahme des oberen Stiftes dienend. Wenn nun das Hütchen in die Verticale des Mittelpunkts der Pfanne gebracht worden war, mufste sich das System der beiden Stäbe mit grofser Leichtigkeit drehen lassen, sobald man durch Eingiefsung einer zweckmäfsigen Menge von Quecksilber in das Glasgefäfs das Gewicht des Apparates aufgehoben hatte. Zwar findet auch hierbei eine Reibung zwischen dem unteren Theil des Instruments und dem Quecksilber statt; allein was ist diese Reibung im Vergleich zu der aufserordentlichen Verringerung des Gewichts, welches bei meinem Apparat mehr als 700 Grammen betrug? Nachdem nun die Bewegung leicht gemacht, will ich das Mittel beschreiben, welches ich am bequemsten und einfachsten gefunden habe, um den Volta'schen

Strom in die die Stäbe umgebenden Schraubendrähte überzuführen, und die Pole der temporären Magnete mit möglichst geringer Reibung umzukehren.

Der senkrechte Theil G'' des Messingstabs $G'G''G'''$ geht durch die Mitte zweier kreisrunder Schälchen, gebildet aus dünnen Korkscheiben, um welche ein Pappstreifen als Rand geklebt war. Diese Schälchen halten 31 Millim. im Durchmesser und ihre Ränder inwendig 5 Millim. Höhe. Sie sitzen 12 Millim. unter einander, und das untere ruht auf einem kleinen Holzcylinder, welcher das Ende des Messingstabes bildet und zugleich die Glasröhre oder das Hütchen F hält. Die kleinen Schälchen sind in zwei Zellen getheilt durch eine Scheidewand von Siegellack, die ungefähr zwei Millimeter niedriger als der Rand und 3 Millim. breit ist (Fig. 4). Zwei mit Seide übersponnene Kupferdrähte LL' sind an dem Messingstab befestigt, einer auf jeder Seite, und gehen durch die Zellen der beiden Schälchen. Dieser Stab und die Schälchen sind sorgfältig mit Siegellack überzogen, und das Kupfer der beiden Drähte ist vorsichtig bloſs an dem Theil entblöſst, welcher in die Schälchen taucht; diese werden darauf mit recht reinem Quecksilber gefüllt, so weit, daſs es nicht aus einer Zelle in die andere überflieſse, seine Oberfläche aber doch möglichst weit über die Scheidewand hervorrage, was man vermöge der Eigenschaft des Quecksilbers, gewisse Körper nicht zu benetzen, leicht erreicht. Auf diese Weise kann man, durch Verbindung der Drähte mit einer Säule, den beiden Zellen eines jeden Schälchens ungleichnamige Elektricität zuführen, so daſs die über einander befindlichen und vom nämlichen Draht durchsetzten Zellen gleichartig elektrisirt sind. Um nun den Strom in die Schraubendrähte der Stäbe zu leiten, braucht man nur die Enddrähte jeder Spirale an dem Stabe entlang zu führen, bis sie die Holzscheibe erreicht haben, dort rechtwinklich in die Höhe zu biegen und senkrecht bis zu den

Schälchen hinauf gehen zu lassen. Das zuvor platt gemachte Ende eines jeden der vier Drähte mufs man dann zu einem Häckchen krümmen, so dafs die Spitze so eben in das Quecksilber taucht, ohne jedoch die Scheidewand zu berühren. Wohl verstanden indefs, dafs die Drähte Einer Spirale in verschiedene Zellen Eines Schälchen tauchen müssen.

Leicht zu ersehen ist, dafs durch diese Vorrichtung die Drähte mit der Säule in Verbindung stehen, dafs sie eine Kette mit ihr bilden, und dafs die Rotationsbewegung nicht gehindert ist, da die Enden der Leiter nicht so lang sind, um die Scheidewände zu berühren, doch lang genug, um in das Quecksilber zu tauchen. Wenn die eintauchenden Drähte in richtige Stellung gebracht sind und ihre platt geschlagenen Enden genau die Breite der Scheidewand haben, so begreift man, dafs bei jeder halben Umdrehung des Apparats der Strom in den Drahtwindungen, so wie der Magnetismus in den Stäben umgekehrt werden wird. Ich habe vorhin gesagt, dafs der Draht, welcher die Windungen um den Eisencylinder bildet, $\frac{1}{2}$ Millimeter Dicke habe; diese Dimension würde die Lage, die man den in die Schälchen tauchenden Enden geben mufs, sehr instabil machen, und daher habe ich es für gut gefunden an die Enden einer jeden Spirale einen dickeren Draht zu löthen und diesen festzuhalten durch eine gefirnifste Pappscheibe, welche mittelst Seide an den vier aufrechten Drähten, fast in der Mitte ihrer Höhe, befestigt ist. Man sieht diese Scheibe in der Fig. 2 bei den Buchstaben *ZZ*.

Der so eingerichtete Apparat, in Verbindung gesetzt mit einer Volta'schen Säule mittelst zweier mit Quecksilber gefüllter Näpfchen, in welche die Enden der Drähte *LL'* getaucht sind, kann mit dem Maximum von Effect in Bewegung gesetzt werden, sobald man die Bedingung erfüllt, ihn so zu stellen, dafs die Scheidewände der Schälchen dem magnetischen Meridian parallel sind.

Haben die Stäbe schon eine solche Lage, dafs der magnetische Meridian zwischen ihren Polen hindurch geht, und ist der Volta'sche Strom, der die Spirale durchläuft, so gerichtet, dafs die *Nordpole* des erregten Magnetismus schon gegen den Nordpol der Erde gekehrt sind, so setzt der Apparat sich nicht von selbst in Bewegung, sondern erfordert erst einen Anstofs; wenn aber umgekehrt die Pole sich aufserhalb dieser Linie befinden, so beginnt die Bewegung von selbst.

Mit zwei spiralförmigen Volta'schen Ketten, jede mit einer Kupfer- und Zinkfläche von 744 Quadratcentimetern, eingetaucht in eine Mischung von 32 Maafs Wasser und 1 Maafs käuflicher Salpetersäure, erhielt ich das Maximum des Effects: 37 Umläufe in einer Minute, und folglich 74 Pol-Umkehrungen. Durch Vergröfserung der Oberflächen der Plattenpaare und der Zahl der Drahtwindungen bekommt man, wie leicht vorauszusehen, eine noch gröfsere Wirkung.

Dieser kleine Apparat kann mit geringen Kosten hergestellt werden, und obwohl er für sich keine neue Thatsache darbietet, so ist er doch interessant, und kann, wie schon oben gesagt, zu wissenschaftlichen Beweisführungen dienen [1]).

Ich habe einen anderen Apparat erdacht, einen entgegengesetzten wie der eben beschriebene, d. h. gegründet auf das Princip einer *Inclinationsbussole*, durch welchen man eine verticale Rotationsbewegung erhält; sobald er fertig ist, werde ich ihn beschreiben.

Mailand, 31. December 1837.

1) Einen ähnlichen Rotationsapparat construirte früher der nunmehr verstorbene Ritchie (Ann. Bd. XXXI S. 206); indefs weicht derselbe doch in so fern von dem in obiger Notiz beschriebenen ab, als darin nicht der Erdmagnetismus auf Elektromagnete, sondern ein fester Schliefsdraht auf einen beweglichen wirkt. Er beeinträchtigt also die Idee unseres Hrn. Verfassers nicht. *P.*

X. *Ueber das Vermögen gewisser Flammen und erhitzter Luft zur Elektricitätsleitung; von Hrn. Thomas Andrews in Belfast.*

(*Phil. Mag. Ser. III Vol. IX p.* 176.)

In einigen neueren Abhandlungen über Elektricität wird angenommen, dafs die Entladung von Elektricität durch Flammen nur abhange von der Temperatur bis zu welcher die Luft in der Flamme erhoben ist. So bemerkt Ritchie: »Die Flamme eines Löthrohrs ist ein hohler Kegel, welcher höchst verdünnte Luft enthält. Das elektrische Fluidum gleitet also an einem solchen Kegel genau so entlang, wie sie es thut an der inneren Seite eines hohlen, mit verdünnter Luft gefüllten Glaskegels. Wir dürfen daher die Flamme nicht als einen Elektricitätsleiter im gewöhnlichen Sinn des Worts betrachten, da sie nur in sofern Theil hat an der Leitung als sie ein partielles Vacuum bildet [1].« Diese Bemerkungen beziehen sich auf die gemeine Elektricität; allein auch Hr. Faraday nimmt an, in seinem vortrefflichen Aufsatz: »Ueber die Einerleiheit der Elektricität aus verschiedenen Quellen,« dafs die Beziehungen der Flamme und der erhitzten Luft zur Elektricität von schwacher Spannung die nämlichen seyen. Um zu zeigen, dafs die Volta'sche Elektricität in derselben Weise wie die gemeine durch erhitzte Luft entladen werden könne, stellte er folgenden Versuch an. Nachdem er dünne Platindrähte mit den Polen einer galvanischen Batterie von 20 Plattenpaaren verbunden, und ihre Enden sehr nahe an einander, jedoch nicht zur Berührung, gebracht hatte, beobachtete er, dafs, sobald sie von der Seite

1) *Philosoph. Transact. f.* 1828 *p.* 376.

durch eine Weingeistflamme zur hellen Rothgluth erhitzt wurden, der Strom einen freien Durchgang fand. Als er die Enden der Drähte dicht neben und parallel einander brachte, wurden die Effecte vielleicht noch etwas leichter erhalten. Diese bisher noch nicht bekannten oder unter dieser Form nicht erwarteten Effecte, fährt er fort, »sind nur Fälle von der Entladung, welche durch Luft stattfindet zwischen den Kohlenspitzen der Pole einer kräftigen (galvanischen) Batterie, wenn diese, nach der Berührung, langsam von einander entfernt werden. Hier ist der Durchgang durch erhitzte Luft genau so wie bei der gemeinen Elektricität [1]).

Andererseits stehen die berühmten Versuche Erman's, welche von Biot wiederholt und erweitert wurden, in Widerspruch mit dieser einfachen Ansicht, indem sie zu beweisen scheinen, dafs die Flammen in der Fähigkeit, Elektricität von schwacher Spannung zu leiten, gewisse merkwürdige Eigenschaften besitzen, welche bei Flammen von ungleicher Art verschieden sind, und deshalb nicht einerlei seyn können mit denen der erhitzten Luft. Die Versuche von Erman erstrecken sich indefs nur auf Flammen, und überdiefs ist der ganze Gegenstand, obwohl er mit einer der merkwürdigsten unter den bisher entdeckten Eigenschaften der Elektricität in Beziehung steht, noch sehr in Dunkelheit gehüllt. Daher schien er eine neue Untersuchung zu verdienen.

Als Prüfmittel zur Entdeckung des Durchgangs eines elektrischen Stromes bediente ich mich zu den folgenden Versuchen einer Lösung von Jodkalium, deren ungemeine Empfindlichkeit, ich glaube, zuerst von Faraday nachgewiesen wurde [2]). Ein Streifen Löschpapier, getränkt mit dieser Lösung, wurde auf eine Pla-

1) *Phil. Transact. f.* 1832, *p.* 26 und 27. (Annalen, Bd. XXIX S. 278.)

2) Annalen, Bd. XXIX S. 292.

tinplatte gelegt, die von einem isolirenden Glasständer getragen ward. Mit dieser Platinplatte wurde der negative Pol der Batterie in Verbindung gesetzt, während ein mit dem positiven Pol verbundener Platindraht auf dem benäfsten Papiere lag. Auf das Daseyn des Stromes ward aus der Ablagerung von Jod unter dem positiven Pol geschlossen; und wenn kein Jod abgelagert wurde, schrieb ich diefs einer Unterbrechung des Stromes zu. Dieser Ausspruch ist jedoch so zu verstehen, dafs wenn auch ein Strom überging, derselbe doch zu schwach war, um irgend eine wahrnehmbare Zersetzung der Lösung des Jodkaliums hervorzubringen. Wie ungemein empfindlich dieses Prüfmittel ist, und welche Vorsichten bei seinem Gebrauche anzuwenden sind, wird aus folgendem einfachen Versuch einleuchtend werden. Wenn der positive Pol einer einfachen Kette von Zink und Platin auf das Papier des Zersetzungsapparats gelegt, und die Platinplatte mit einem befeuchteten Finger berührt wird, so zeigt sich keine Wirkung, vorausgesetzt, dafs der negative Pol isolirt ist. Wird aber dieser Pol mit dem Boden in Berührung gesetzt, so findet sogleich unter dem positiven Pol eine Ablagerung von Jod statt. Hier ist also der schwache Strom eines einfachen Plattenpaars, nach Durchlaufung einer langen Strecke von unvollkommenen Leitern, doch noch leicht durch die Zersetzung der Jodkaliumlösung zu entdecken.

Eine Batterie von 20 Plattenpaaren wurde mit Brunnenwasser geladen, jeder der beiden in Platindrähte auslaufenden Pole in eine Weingeistflamme gesteckt, und ein Zersetzungsapparat in den Kreis eingeschaltet. Der Durchgang des Stroms ergab sich aus der Ablagerung von Jod am positiven Pol.

Dieser Versuch wurde dahin abgeändert, dafs man die Drähte in verschiedene Theile der Flamme steckte; allein das Resultat war dasselbe, selbst wenn der gegenseitige Abstand der Drähte anderthalb Zoll betrug.

Mit sehr dünnen Drähten, die nur mit der Flamme in Berührung gebracht wurden, war die Wirkung geringer, doch noch deutlich; allein als Streifen von Platinfolie statt der Drähte angewandt und so die Berührungsfläche vergröfsert wurde, war die Wirkung bedeutend stärker.

Nun wurde eine einfache Kette aus Platin und amalgamirtem Zink, geladen mit verdünnter Schwefelsäure, angewandt, und auch der Strom dieses schwachen Apparats ging durch die Weingeistflamme und zersetzte die Jodkaliumlösung.

Aus diesen Resultaten ist einleuchtend, dafs der von Faraday beschriebene Versuch ganz richtig ist; allein er schliefst einige nicht wesentliche und andere für den Erfolg nicht günstige Bedingungen ein. Die aus ihm gezogenen Schlüsse bedürfen daher einer Abänderung.

Um zu ermitteln, ob auch andere Flammen den elektrischen Strom leiten, wurde wiederum dieselbe Vorrichtung und die grofse mit Wasser geladene Säule angewandt. Die Flammen von Steinkohlengas, Aether, Wasserstoff und Holzkohle wurden versucht, und bei allen erwiefs sich der Durchgang durch das Eintreten der Zersetzung. Nach der Menge des abgelagerten Jods schien es, dafs der Strom leichter durch die Holzkohlenflamme und schwieriger durch die Steinkohlengasflamme als durch die Weingeistflamme gehe. Der Zustand dieser Flammen ist freilich sehr verschieden, und daher erlaubt diese Methode keine genaue Bestimmung ihrer Leitungsfähigkeit; allein selbst unter Anwendung der einfachen Kette ward, beim Durchgang des Stroms durch die Flamme der Holzkohle, eine so grofse Menge Jod abgesetzt, dafs kein Zweifel darüber obwalten kann, ihr Leitungsvermögen sey bedeutend stärker als das aller andern Flammen, die untersucht wurden.

Die Leitungsfähigkeit der Holzkohlenflamme erwiefs sich ferner durch die übrigen elektrischen Wirkungen des durch dieselbe gehenden Stroms. Die Pole der mit ei-

ner Mischung von verdünnter Salpeter- und Schwefelsäure schwach geladenen Batterie von 20 Plattenpaaren wurden in die Flamme eines Holzkohlenfeuers gesteckt, das in einem kleinen Ofen durch ein Gebläse angefacht ward. Die Flamme hielt etwa fünf Zoll im Durchmesser und die Pole standen zwei Zoll aus einander und etwa anderthalb Zoll von den Seiten des Ofens. Der bei dieser Lage zwischen den Polen durchgehende Strom lenkte die Nadel eines Galvanometers stark ab, zersetzte Wasser rasch und gab der Zunge einen schwachen Schlag. Alle diese Effecte hörten auf, so wie die Flamme nicht mehr mit den Polen in Berührung stand.

Da die Flamme der Holzkohle eine hohe Stelle in der Reihe der unvollkommenen Leiter einnimmt, so wurde es interessant zu ermitteln, ob sie wohl statt der Flüssigkeit in den Zellen des Volta'schen Apparats angewandt werden könne, kurz, ob sie die Eigenschaften eines Elektrolyten besitze. Diefs scheint indefs nicht der Fall zu seyn; denn als man Platin- und Kupferstreifen in senkrechter Stellung einander gegenüber mit der Flamme in Berührung brachte, und sie entweder mit einem Zersetzungsapparat oder einem Galvanometer verband, konnte kein Zeichen vom Daseyn eines elektrischen Stroms erhalten werden, obwohl sich das Kupfer rasch oxydirte.

Wie bekannt kommt ein Platindraht, der über die Flamme einer Argand'schen Lampe aufgehängt wird, in helle Rothgluth, zum Beweise, dafs die Luft umher wenigstens diese hohe Temperatur erreicht hat. Wegen der Leichtigkeit der Ausführung untersuchte ich daher die Leitungsfähigkeit der auf diese Weise erhitzten Luft. Zwei Platindrähte, an isolirten Trägern über der Flamme einer Argand'schen Lampe hängend, wurden verbunden mit den Polen einer kräftigen Batterie von 20 Plattenpaaren nach Wollaston'scher Einrichtung; allein es erschien kein Jod in dem Zersetzungsapparat. Dasselbe

negative Resultat wurde erhalten, als feine Platinspitzen möglich nahe an einander gebracht, oder breite Streifen von Platinfolie als Pole angewandt waren.

Aus diesen Versuchen scheint zu folgen, dafs blofse Luft, bis zur Rothgluth erhitzt, nicht den Strom einer Volta'schen Batterie von 20 Plattenpaaren leitet; allein die sonderbaren Thatsachen, die ich nun beschreiben werde, gestatten keine so leichte Erklärung.

Der negative Pol einer mit Pumpenwasser geladenen Batterie von 25 Plattenpaaren wurde mit dem Messingrohr einer Argand'schen Gaslampe, etwas entfernt von den Oeffnungen, durch welche das Gas ausströmte, metallisch verbunden, und ein über die Flamme aufgehängtes, aber dieselbe nicht berührendes Gewinde von Platindraht an den positiven Pol befestigt. Als die Flamme das Gewinde zur Rothgluth gebracht hatte, ging der Strom ungehindert durch, obwohl das Gewinde wenigstens einen Zoll von der Flamme entfernt war. Allein als die Richtung des Stromes umgekehrt ward, der negative Pol mit dem glühenden Gewinde und der positive mit der Basis der Lampe verbunden wurde, war von einem Durchgang des Stroms nichts mehr zu entdecken. Im ersten Fall wurde die Lösung des Jodkaliums in wenigen Secunden zersetzt, im letzteren Fall trat keine Zersetzung ein, wie lange auch der Contact unterhalten wurde; und doch war blofs die Richtung des Stromes umgekehrt, alles Uebrige bei dem Versuch unverändert gelassen. Aehnliche Wirkungen wurden erhalten, als man gut ausgebrannte Holzkohle statt des Platingewindes in die heifse Luft brachte. Eben so wenig waren sie anders, als eine Batterie von 83 Plattenpaaren (mit doppelten Kupferplatten) mit einer Ladung von Kochsalz angewandt wurde. Diese Versuche wurden häufig wiederholt, und jede Fehlerquelle sorgfältig ausgeschlossen.

Diese Eigenschaft, denselben Volta'schen Strom in

einer Richtung zu leiten und in der entgegengesetzten zu unterbrechen, gehört nicht bloſs der heiſsen Luft an. Auch die Flammen besitzen sie; allein wegen des stärkeren Leitungsvermögens dieser müssen schwächere Volta'sche Combinationen angewandt werden, um sie zu entdecken.

Der eine Pol eines einfachen, in verdünnte Schwefelsäure getauchten Plattenpaares wurde mit der Messingröhre einer Argand'schen Gaslampe verbunden und der andere Pol mit einem Platindrahtgewinde, das auf der Spitze der Flamme ruhte. Als der letztere Pol der positive war, ging der Strom durch, als er der negative war, ward der Strom unterbrochen. Als bei Anwendung desselben Plattenpaars der eine Pol mit der glühenden Kohle eines Kohlenfeuers und der andere mit der Flamme in Berührung gesetzt wurde, ging der Strom durch, der Pol in der Flamme mochte positiv oder negativ seyn; allein er ging leichter durch, wenn es der positive Pol war.

Bei der magneto-elektrischen Maschine, wie man sie gegenwärtig construirt [1]), wird die Richtung des elektrischen Stroms bei jeder halben Umdrehung des Ankers umgekehrt, und daher können die Bestandtheile des zusammengesetzten Körpers, der zerlegt wird, nicht getrennt aufgefangen werden. Bei Anwendung dieser Maschine statt der galvanischen Batterie ist jeder Unterschied in der Durchleitung beider Ströme vollkommen ähnlich; allein bei der abwechselnd entgegengesetzten Richtung des Stromes, kann der Unterschied ohne Abänderung in der Einrichtung des Apparats beobachtet werden; so hoffte ich, nicht nur die vorhergehenden Resultate in einer schlagenden Weise zu bestätigen, sondern auch mit

1) D. h. bei der in England üblichen Saxton'schen Maschine. Der Pixii'sche Apparat giebt bekanntlich durch das Spiel der Wippe einen Strom in stets gleicher Richtung. S. Ann. Bd. XXVII S. 390. 394. 398. *P.*

dem Magneten die Wirkung eines ununterbrochenen, in Einer Richtung gehenden Stromes erhalten zu können.

Die Elektricität der von mir angewandten Maschine besafs eine hinreichende Spannung, um Wasser zu zersetzen, Metallblättchen zu verbrennen und bedeutende Schläge zu geben; allein, selbst bei den günstigsten Vorkehrungen, ging sie nicht durch erhitzte Luft. Als die Flamme einer Holzkohle statt der erhitzten Luft angewandt wurde, ergab sich, dafs die Eigenthümlichkeit, welche die Flamme bei der Leitung Volta'scher Elektricität entwickelt, auch bei der Magneto-Elektricität vorhanden ist.

Die Spitzen, durch welche man gewöhnlich bei der Maschine die Funken erhält [1]), wurden durch eine runde Scheibe ersetzt, und in jedes der beiden Quecksilbernäpfchen, in welchen die Scheiben rotirten, ein Kupferdraht getaucht. Einer derselben wurde verbunden mit einem Platindraht, der über einem Holzkohlenfeuer befestigt war, in solcher Höhe, dafs er, wenn das Feuer durch ein Gebläse angefacht wurde, zur Rothgluth kam. Der andere Kupferdraht hatte eine Platinspitze und ruhte auf einem mit Jodkaliumlösung befeuchteten Papierstreifen. Die Schliefsung der Kette bewirkte ein Platindraht, der mit einem Ende durch die Seitenwand des Ofens in die Kohle gesteckt, und mit dem andern auf das feuchte Papier gelegt war. Bei dieser Vorrichtung war der durch die Rotation der Maschine erzeugte elektrische Strom genöthigt, durch die Flamme herab in die Kohle zu gehen, und umgekehrt; und wenn er gleichmäfsig in beiden Richtungen geleitet wurde, mufste unter jedem der auf dem Löschpapier gelegten Drähte Jod abgesetzt werden, wie es wirklich der Fall ist, wenn die Kette durch einen Metallbogen geschlossen wird.

1) S. die Beschreibung der Saxton'schen Maschine. Ann. Bd. XXXIX S. 401. *P.*

Als ich das Feuer anfachte, bis die Flamme den oberen Pol erreichte, und zu gleicher Zeit die Maschine mit mäfsiger Geschwindigkeit drehte, ward unter dem einen der auf dem feuchten Papier ruhenden Drähte Jod abgesetzt, während unter dem andern Draht nicht die leiseste Färbung erschien. Aus dem Draht, unter welchem das Jod sich absetzte, folgte, dafs der Strom durchgeleitet wurde, wenn der Pol in der Flamme positiv war, und dafs er dagegen unterbrochen wurde, wenn derselbe Pol negativ war. Die Richtung, in welcher die Maschine gedreht wurde, brachte keinen Unterschied in dem Resultat hervor; allein bei Umkehrung der mit der Flamme und der Holzkohle in Berührung stehenden Pole ward das Jod an dem entgegengesetzten Draht abgesetzt. Hier haben wir also den entschiedensten Beweis von einem freien Durchgang des elektrischen Stroms in Einer Richtung, während derselbe, wenn er sich in der entgegengesetzten Richtung zu bewegen strebt, aufgefangen wird.

Bei sehr rascher Drehung der Maschine fand eine geringe Ablagerung von Jod auch unter dem Drahte statt, unter welchem bei langsamer Drehung keine eintrat; und gleichzeitig erschien unter dem andern Draht eine grofse Menge Jod. Nun steckte ich beide Pole in die Holzkohlenflamme und versetzte die Maschine in rasche Umdrehung; die Folge war, dafs sich Jod unter beiden Drähten absetzte. Als die Pole gleich weit von der Flamme umgeben waren, schien auch die Ablagerung an beiden Drähten gleich zu seyn; als ich aber den einen Pol nur eben die Flamme berühren liefs und den andern weit in sie hineinsteckte, zeigte sich das Jod, obwohl noch an beiden Polen, doch nicht mehr in gleicher Menge, zum Beweise, dafs der Strom freier in der einen Richtung als in der andern hindurchging. Als der die Flamme nur berührende Pol positiv war, ging der Strom leichter durch, als wenn derselbe negativ war.

Dafs der Strom, dessen Wirkungen verschwanden

oder geschwächt worden, wirklich unterbrochen, und nicht etwa durch einen entgegengesetzten, bei der Verbrennung erzeugten Strom neutralisirt worden war, liefs sich leicht zeigen, indem man Platindrähte mit der Flamme und der glühenden Holzkohle verband, und die Kette durch die Jodkaliumlösung schlofs; es trat keine Zersetzung ein. Die freie Elektricität, deren Entwicklung Pouillet beim Verbrennungsprocefs nachwies, ist an Menge zu gering, um irgend einen chemischen Effect hervorzubringen und auf die Resultate obiger Versuche einzuwirken.

Es ist schwierig eine genügende Erklärung von dieser Eigenschaft der Flamme und der heifsen Luft aufzufinden. Dafs ein und derselbe Strom, wenn er sich in entgegengesetzten Richtungen bewegt, Hindernisse in seiner Bahn mit verschiedenem Grade von Leichtigkeit überwältigt, scheint, nach unseren gegenwärtigen Kenntnissen in diesem Gebiete, ein allgemeines Gesetz der Elektricität zu seyn. Als Beispiel dieses Satzes will ich nur anführen: die Erscheinungen bei Entladung einer Elektricität von hoher Spannung durch Luft; die interessanten Versuche Davy's, in denen bei Entladung einer kräftigen Batterie durch Umkehrung der Enden ihrer Pole verschiedenartige Wirkungen erhalten wurden; die von Peltier über die Temperaturveränderungen an den Löthstellen der Metalle beim Durchgang schwacher Volta'scher Ströme; und endlich die Beobachtungen von Becquerel über die Leichtigkeit, mit welcher die positive Elektricität ein Hindernifs überwältigt, wenn beide Elektricitäten, durch Wirkung der Hitze in einem geschlossenen Metallbogen, getrennt worden sind.

Allein, selbst die Richtigkeit dieses Satzes zugegeben, hat man noch zu untersuchen, ob die Ursache desselben in besonderen Fällen entdeckt werden könne. Die von Erman entdeckte und von Biot mit so vieler Genauigkeit erläuterte Unpolarität der Weingeistflamme, liefert eine Erklärung von einigen der vorstehenden Re-

sultate, vielleicht von allen. Wenn heiſse Luft und die Flammen von Holzkohle und Weingeist die positive Elektricität leichter als die negative leiten, so ist klar, daſs der Strom eine gröſsere Schwierigkeit des Durchgangs finden wird, wenn der negative Pol eine kleinere Berührungsfläche als der positive hat. Dieser Schluſs stimmt vollkommen mit einem der obigen Versuche über die Holzkohlenflamme. Schwieriger ist es jedoch, diese Erklärung auf die übrigen Versuche anzuwenden, sobald wir nicht annehmen, daſs die Berührung der Steinkohlengasflamme mit der Ausströmungsöffnung dieses Gases, die der Holzkohlenflamme mit der Kohle selbst, und die der heiſsen Luft über der Argand'schen Lampe mit deren Flamme inniger und vollkommener seyen, als die Berührung zwischen der Flamme oder heiſsen Luft und dem unmittelbar in dieselbe eingesteckten Platindraht. Es scheint nicht unwahrscheinlich, daſs dieſs wirklich der Fall sey.

Obgleich die allgemeinen Schlüsse, welche sich aus diesen Versuchen ergeben, mit denen von Erman übereinstimmen, so ist doch, bei strengerem Vergleich, ein scheinbarer Widerspruch zwischen ihnen zu bemerken. Wenn die Pole einer mit Kochsalzlösung geladenen Säule in die Weingeistflamme gesteckt worden, so nimmt, nach Erman, die Divergenz der mit jedem Pole verbundenen Blättchen des Elektroskops nicht merklich ab, da in diesem Fall die Flamme scheinbar den Strom isolirt. Daſs jedoch die Isolation nicht vollkommen ist, beweisen die zuvor beschriebenen Versuche klar; ich bemühte mich jedoch, dieselbe Thatsache durch eine Untersuchung des Spannungszustandes der Pole festzustellen. Zur Ermittlung der Spannung an den Polen bediente ich mich eines Bohnenberger'schen Elektroskops, welches bei Versuchen über Volta'sche Elektricität eigenthümliche Vortheile darbietet. Die hiezu angewandte Batterie bestand gewöhnlich aus 100 Plattenpaaren, geladen mit Pumpenwasser, und zu zwei sorgfältig isolirten Säulen geordnet.

Er-

Erman beobachtete, dafs wenn er den einen Pol einer Volta'schen Säule in eine Weingeistflamme steckte, während er den andern isolirte und die Flamme mit einem mit dem Boden verbundenen Drahte berührte, die Spannung an dem in der Flamme befindlichen Pol verschwand, während sie an dem isolirten Pol zunahm. Hier leitete also die Flamme die Elektricität des mit ihr in Berührung stehenden Pols. Allein ich fand, dafs wenn die Isolation des anderen Pols aufgehoben wurde, die Ablenkung der Blättchen des Elektroskops, welches an dem in die Flamme gesteckten Pol befestigt war, nicht merkbar abnahm, wenn die Flamme mit dem Boden verbunden wurde. Diefs entspringt nicht daraus, dafs die Flamme unter diesen Umständen die Elektricität des in sie gesteckten Poles isolire, sondern daraus, dafs ihre Leitungsfähigkeit zu schwach ist, um dem Pole seine Spannung so rasch als er sie erlangt zu entziehen. Wenn der die Flamme mit dem Boden verbindende Draht isolirt, und mit seinem freien Ende auf die Kappe des Elektroskops gelegt wird, so zeigt die Ablenkung des Goldblatts das Daseyn derselben Art von Elektricität an, wie an dem Pole in der Flamme vorhanden ist. Aus demselben Grunde kann die Flamme, wenn die beiden Pole einer Batterie in sie gesteckt sind, einen schwachen Strom leiten, ohne dafs die Spannung an den Polen dieser Batterie merklich abnimmt. Durch Umkehrung des zweiten Theils von Erman's Versuch, nämlich durch Hemmung des Durchgangs der positiven Elektricität, wurde die Richtigkeit dieser Erklärung festgestellt.

Man machte nun die Berührungsfläche des positiven Pols mit der Flamme so klein wie möglich, indem man einen sehr dünnen Platindraht anwandte, während an der negativen Seite ein Platingewinde, welches weit mehr Fläche darbot, über die Flamme aufgehängt wurde; als indefs ein mit dem Boden verbundener Draht in die Flamme

gesteckt wurde, verschwand die Spannung des positiven Pols, während die des negativen anwuchs. Bei Einschaltung von flüssigen Leitern an der positiven Seite war das Ergebnifs dasselbe. Nun wurde die folgende Einrichtung mit Erfolg angewandt.

In das Ende einer Glasröhre von etwa 0,04 Zoll Durchmesser und 8 Zoll Länge, die mit Weingeist gefüllt wurde, war ein Platindraht hermetisch eingeschmolzen, und ein zweiter solcher Draht in das offene Ende gesteckt. Das positive Ende der Säule wurde mit dem ersten Draht verbunden, so dafs der zweite Draht den positiven Pol bildete und die Weingeistsäule einen Theil des Bogens ausmachte. Als der positive Pol in eine Weingeistflamme gesteckt und die Flamme mit einem mit dem Boden verbundenen Drahte berührt wurde, verschwand die Ablenkung des Goldblatts in dem an diesem Pol befestigten Elektroskop, während die Ablenkung des mit dem negativen Pol verbundenen Elektroskops wuchs. Diefs zeigte, dafs die positive Elektricität durch beide, die Flamme und die Weingeistsäule, frei hindurchging. Wenn beide Pole in die Flamme gesteckt wurden, nahmen ihre Spannungen, wie es die Elektroskope anzeigten, nicht merklich ab; allein als die Flamme mit einem mit dem Boden verbundenen Drahte berührt wurde, verminderte sich die Ablenkung des Goldblatts in dem Elektroskop an der negativen Seite, während die in dem Elektroskop an der positiven Seite zunahm. Die Tendenz erschien nun nicht mehr zu Gunsten der positiven, sondern der negativen Elektricität, was beweist, dafs die Flammen immer von der letzteren Elektricitäts-Art eine kleine Menge durchliefsen und die Pole der Volta'schen Säule nicht vollkommen isolirten.

Obgleich nicht mit dem Gegenstande dieses Aufsatzes verknüpft, erlaube ich mir doch die Bemerkung zu machen, dafs, bei Anwendung einer ähnlichen Vorrichtung an der negativen Seite, die Tendenz der Seife

zur Leitung der negativen Elektricität scheinbar umgekehrt werden kann; doch ist zu diesem Behufe eine Weingeistsäule von 0,04 Zoll Durchmesser und 0,2 Zoll Länge hinreichend, während bei der Weingeistflamme eine 2″ bis 3″ lange Säule Weingeist erforderlich ist.

Aus den hier beschriebenen Versuchen erhellt, daſs die Elektricitätsleitung der Flammen nicht durch eine verminderte Elasticität der in ihnen enthaltenen Gase erklärt werden kann; auch ist, wie es scheint, die Leitung eines schwachen Elektricitätsstroms durch die Weingeistflamme kein besonderer Fall von der Entladung einer kräftigen Batterie zwischen Polen von Kohlenspitzen, die nach Berührung getrennt werden. Die Weingeistflamme leitet die Elektricität eines einzigen Plattenpaars, selbst wenn die Pole bedeutend von einander abstehen; während bei einer Batterie von weit gröſserer Kraft die Pole in der Luft nicht merklich von einander entfernt werden dürfen, wenn man nicht den Durchgang des Stroms gänzlich unterbrechen will. Elektricität von schwacher Spannung geht durch die Flamme, weil diese ein unvollkommener Leiter ist; allein Elektricität von hoher Spannung erzwingt den Durchgang durch erhitzte Luft, weil die Lufttheilchen nicht im Stande sind, ihrer mächtigen Repulsivkraft zu widerstehen. In dem einen Fall ist die Gegenwart der Flamme wesentlich für das Resultat, in dem andern ist die Luft ein nur zu entfernendes Hinderniſs, und der Versuch gelingt besser im Vacuum.

Nur auf die Autorität zahlreicher und oft wiederholter Versuche habe ich gewagt von der Ansicht jenes ausgezeichneten Physikers abzuweichen, dessen tiefe und mannigfache Untersuchungen seit den letzten Jahren die Elektricitätslehre so sehr erweitert haben. Auch wird die wichtige Frage über die Einerleiheit der gemeinen und der Volta'schen Elektricität nicht durch die von mir erhaltenen Resultate berührt. Die Aehnlichkeit des Lichtbo-

gens, gebildet bei der Entladung einer elektrischen und einer galvanischen Batterie zwischen Kohlenflächen, zeigt deutlich, dafs in dem Durchgange der Volta'schen und der gemeinen Elektricitätsströme durch Luft eine vollkommene Analogie vorhanden ist.

Zusatz. Da vorhin (S. 319) der Untersuchung Peltier's Erwähnung geschah, und dieselbe bisher noch nicht in den Annalen zur Sprache kam, so mögen hier kurz die Hauptresultate derselben eine Stelle finden.

Bekanntlich findet in dem Schliefsdraht einer Volta'schen Säule oder Kette gewöhnlich eine Temperatur-Erhöhung statt. Hr. P. hat nun zunächst gefunden, dafs Volta'sche Ströme, die bei Durchlaufung homogener Drähte gleiche Wirkung auf die Magnetnadel ausüben, diese Drähte in ihrer ganzen Länge auch gleich stark erwärmen, sie mögen nun kurz oder lang, oder selbst mit ihren Enden in eine kalte Flüssigkeit getaucht seyn. Bewirkt der Strom einer Kette, z. B. in einem Drahte von gewisser Dicke und einem Decimeter Länge, eine die Galvanometernadel um 20° ablenkende Intensität, und zugleich eine Temperaturerhöhung von 10°, so wird ein anderer Draht von derselben Dicke und mehren Metern Länge ebenfalls um 10° erwärmt, sobald man durch Vergröfserung der erregenden Platten, oder durch sonst ein Mittel, den Strom so weit verstärkt, dafs er wieder 20° Ablenkung giebt. Bei gleicher Intensität bewirkt also der Strom eine gleiche Erwärmung, wie lang auch der Draht sey, wenn nur seine Dicke dieselbe ist. Indefs findet Hr. P. die Temperatur des Drahts weder der Intensität direct, noch der Dicke umgekehrt proportional, wie folgende Resultate zeigen:

Intensität des Stroms	2	4	6	8	10	12	16	20	24
Temperatur eines 0,1 Mllm. dicken Kupferdrahts	0°,7	2°	4°	6°	9°	12°	16°	27°	36°

Drahtdicke	0,8 ;	0,6 ;	0,4 ;	0,3
Temperatur, wenn die Stromstärke = 15	2°,4 ;	4°,7 ;	7° ;	14°
- - = 30	7° ;	14° ;	21° ;	42°

woraus Hr. P. folgert, dafs die Verhältnisse wie 2 : 3 seyen, d. h. bei Verdopplung der Stromstärke oder des Querschnitts die Temperatur sich verdreifache [1]).

Es ist ferner durch die Versuche von Children und Davy bekannt, dafs der Schliefsdraht, wenn er aus Stücken von verschiedenen Metallen zusammengesetzt ist, sich nicht gleichförmig erwärmt, sondern in den Stükken von schlechterer Elektricitätsleitung stärker als in den besser leitenden. Besteht der Draht z. B. aus abwechselnden Stücken von Platin und Silber, so werden bei einer gewissen Intensität des Stroms nur die Platinstücke glühend. Auch hat Hr. De la Rive schon beobachtet (Ann. Bd. XV S. 262), dafs, wenn, wegen unzulänglicher Stärke des Stroms, das Glühen sich nicht mehr ganz über die Platinstücke verbreitet, es sich doch an den Berührungspunkten mit dem Silber zeigt, ja dafs eben so bei einem Draht aus mehren in einander gehängten Stücken eines und desselben Metalls immer die Einhängestellen zuerst zum Glühen kommen.

Hr. Peltier hat nun gefunden, und das ist, wenn es sich ferner bestätigen sollte, eine neue und wichtige Thatsache, dafs die Stellen, wo in dem Schliefsdrahte zwei Metalle zusammengelöthet sind, eine mehr oder weniger grofse Temperatur-Erhöhung, ja, in gewissen Fällen, selbst eine *Temperatur-Erniedrigung* entsteht, je nach der *Richtung des elektrischen Stroms*. Im Allgemeinen ist, nach ihm, die Temperatur-Erhöhung gröfser, wenn, wie er sich ausdrückt, der *negative* Strom von dem besseren in den schlechteren Leiter übergeht (d. h. wenn in dem Schliefsdraht der bessere Leiter auf Seite des positiven Metalls (Zink), der schlechtere auf Seite des ne-

1) Das Resultat ist wohl nicht sehr wahrscheinlich. *P.*

gativen Metalls (Kupfer) der Kette befindlich ist (*P.*)), als im umgekehrten Fall. So betrug:

an der Löthstelle von Zink und Eisen, als der *negative* Strom vom Zink und Eisen ging, die *Erwärmung* +30°

als der *positive* Strom diesen Weg nahm, die *Erwärmung* nur +13°

an der Löthstelle von Kupfer und Zink, als der *negative* Strom vom Kupfer und Zink ging, die *Erwärmung* +26°

als der *positive* Strom diesen Weg nahm, die *Erwärmung* nur +14°

Ein Wismuthstreifen zwischen zwei Kupferstreifen gelöthet, gab an der Stelle, wo der *negative* Strom vom Wismuth in's Kupfer trat, eine *Erwärmung* von +20°

da, wo der *positive* Strom diesen Uebergang machte, trat eine *Erkaltung* ein von —10°

Ein Antimonstreifen, eben so vorgerichtet, gab da, wo der *negative* Strom vom Antimon in's Kupfer trat, eine *Erkältung* von — 5°

und da, wo der *positive* Strom aus ersterem Metall n letzteres ging, eine *Erwärmung* von +10°

Ein Schliefsbogen aus Antimon und Wismuth gab, als der *negative* Strom vom Wismuth in's Antimon ging, eine *Erwärmung* +37°

als der *positive* Strom diesen Weg nahm, eine *Erkältung* von [1]) —45°

Die Grade der Erwärmung und Erkältung sind nicht thermometrische, sondern galvanometrische. Hr. Peltier bediente sich nämlich zur Ermittlung der eben angegebenen Thatsache einer thermo-elektrischen Säule, deren Erregungsstellen er in die Nähe der zu untersuchenden Löthstelle des hydro-elektrischen Schlufsbogens brachte. Die Ablenkung des mit der ersteren Säule ver-

1) Im Original (*Ann. de chim. et de phys. T. LVI p.* 371) lauten, wohl durch Druckfehler, letztere Angaben umgekehrt. *P.*

bundenen Galvanometers zeigte dann, ob die geprüfte Löthstelle sich erwärmt oder erkältet hatte. Fig. 1, Taf. IV wird diese Vorrichtung verdeutlichen. *P* ist die hydro-elektrische Kette, welche den Strom liefert; *LIKM'M* ihr Schliefsbogen; *N* das darin eingeschaltete Galvanometer, und $a''' b'''$ der ebenfalls zu diesem Bogen gehörende Streifen aus zwei zusammengelötheten heterogenen Metallen, z. B. Antimon und Wismuth. $a' a''$ sind die Antimonstäbe, und $b' b''$ die Wismuthstäbe einer thermo-elektrischen Säule, die einerseits bei *F* und *H* durch einen Kupferdraht zusammengelöthet und andererseits durch die Drähte *C*, *D*, *E* unter sich und mit dem Galvanometer *I* verbunden sind. Das Galvanometer *N* mifst die Stärke des Stroms der hydro-elektrischen Kette *P*, und das zweite Galvanometer *G* zeigt an, ob in der Löthstelle zwischen a^{IV} und b''' eine Erwärmung oder Erkältung stattfand. Späterhin hat Hr. Peltier diese etwas complicirte Vorrichtung gegen ein Luftthermometer vertauscht, durch dessen Kugel der Streifen $a''' b'''$ geschoben ist, so dafs die Löthstelle sich in derselben befindet. Er sagte auch, mit diesem Instrumente dieselben Resultate erhalten zu haben; allein er giebt kein Detail darüber, und daher wäre immer noch eine Wiederholung auf diesem einfacheren und sicheren Wege sehr wünschenswerth [1]).

Hr. Peltier bezieht, wie man gesehen, die Erscheinung auf ungleiche Elektricitätsleitung der Metalle. Uns scheint sie indefs mehr mit der Thermo-Elektricität verwandt zu seyn. Vergleicht man nämlich die Fälle, wo Erwärmung und Erkältung, oder wenigstens geringere Erwärmung entstehen, so findet man, dafs, wenn von den beiden zusammengelötheten Metallen des Schliefsbogens der hydro-elektrischen Kette das in der *thermo-*

1) Auf ersterem Wege sind übrigens die Resultate schon durch Hrn. Prof. Moser bestätigt. (S. Dove und Moser's Repertor. Bd. I S. 353.)

elektrischen Reihe *positive* (z. B. Wismuth) auf Seite des in der hydro-elektrischen Reihe *negativen* Metalls (Kupfer) steht, eine *Erkältung* oder eine *geringere* Erwärmung erfolgt, als im umgekehrten Fall. Diejenigen Löthstellen also, die, *erwärmt*, einen thermo-elektrischen Strom von gleicher Richtung mit dem hydro-elektrischen liefern würden, *erkälten* sich, und umgekehrt erwärmen sich die stärker, die erkaltet dasselbe thun würden. Es bildet sich also im Schliefsdraht immer ein thermo-elektrischer Strom von *umgekehrter* Richtung mit dem hydro-elektrischen. *P.*

XI. *Ueber den Nutzen der Kammersäule* [1]). *Schreiben an den Academiker Lenz in St. Petersburg vom Hrn. Prof. M. H. Jacobi.*

(Aus den Berichten der St. Petersburger Acad., vom Verfasser übersandt.)

— Ew. erlaube ich mir ganz ergebenst eine Mittheilung zu machen, die für Sie von einigem Interesse seyn möchte, da sie in das Gebiet der Untersuchungen gehört, mit denen Sie gegenwärtig beschäftigt sind. Es betrifft die galvanische Kette, dieses ungelöste Problem, an das schon so viele Mühe und Arbeit verschwendet worden ist. Für den Erfolg meiner Bemühungen, den Elektro-Magnetismus zu einer practischen Application zu bringen, ist die galvanische Kette allerdings eine Lebensfrage, die aber jetzt, wie ich glaube, zu Gunsten des Problems gelöst ist, in sofern es aus dem Gebiet des Princips in das der technischen Manipulation übergegangen ist. Faraday's tiefe Untersuchungen über die galvanische Kette haben

1) Wir wählen diesen Namen, Kürze halber, für die Volta'schen Apparate, wo die Zellen durch eine membranöse Scheidewand in zwei Kammern getheilt sind. *P.*

die Aufgabe zwar nicht gelöst, sie zeigten aber den sicheren Weg an, den man zu befolgen habe, um zu schönen Resultaten zu gelangen. Es ist unnütz sich weiter dabei aufzuhalten, wie mit meinen gleichzeitigen Bemühungen in dieser Beziehung eine Notiz zusammenfiel, die ich im *L'Institut* über die von Daniell der *Royal Institution* präsentirten neuen galvanischen Apparate vorfand [1]). Das Princip war, zwei durch eine Membrane getrennte Flüssigkeiten anzuwenden, wovon jede den Eigenthümlichkeiten des in sie tauchenden Metalls entsprach. Indessen waren mir die in diesem Sommer angestellten Versuche misglückt, eben so die, nach einer Angabe von Mullins im *Philosoph. Magaz.*, construirten Apparate. Ich hatte das Vorurtheil, dafs die Membranen die Kette zu sehr schwächten; dann hatte ich auch wenig Zutrauen zu ihrer trennenden Kraft, namentlich wenn die Flüssigkeit einigen Druck ausübt. Die in der beifolgenden Zeichnung angegebene Construction hat alle meine Erwartungen übertroffen; sie vereinigt Leichtigkeit der Manipulation mit allen sonstigen Bedingungen, die man von einem Volta'schen Apparate erfüllt wünscht. Dabei ist er so kräftig, wie man es bei diesen Dimensionen nur verlangen kann. Fig. 2 Taf. IV *A* ist ein Kupfergefäfs 7¼" im Durchmesser mit 3" hohem Rande. *B* ein angelötheter Trog, der durch ein Gitter von *A* getrennt ist. *C* ist ein hölzerner Reif von Längenholz gebogen, ¼" stark, ½" (besser 1") hoch und 6⅓" im Durchmesser; er ist mit einer Thierblase *F* (am besten Rindsblase) überspannt, und ruht auf zwei Glasstäbchen *x*, *x*, die eine Linie hoch sind, so dafs der Abstand der Membrane vom Kupfer nur 1''' beträgt. Zwei Glasstäbchen *y*, *y*, ebenfalls 1''' hoch, sind in dem Rahmen befestigt, und auf ihnen ruht die Zinkplatte *Z*, von 6" Durchmesser. Die obere Seite der Zinkplatte ist mit Siegellackfirnifs überzogen und ein Quecksilbergefäfs darauf ange-

1) S. Annal. Bd. XXXXII S. 262, auch S. 282.

löthet. Der Raum zwischen Blase und Zinkplatte wird mit Salmiaklösung (1 Vol. Th. concentrirte Lösung 20 bis 25 Th. Wasser) angefüllt, und der Raum zwischen Thierblase und Kupfer mit Kupfervitriollösung so concentrirt wie möglich. Zur Unterhaltung der Concentration wird der Trog *B* mit pulverisirtem Kupfervitriol gefüllt. *E* ist eine Röhre zum Ablassen der Flüssigkeit; man hat nur nöthig das Rohr von dem Haken *G* loszumachen und herunterzubiegen, was die Kautschuck-Verbindung zuläfst. Dieser Krahn ist einfach, leicht herzustellen und äufserst bequem.

Mit diesem Apparate stellte ich mehrere Versuche an. Das Galvanometer war eine einfache Bussole auf drei Stellschrauben, die durch einen einfachen Draht $1\frac{1}{2}'''$ dick abgelenkt wurde. Die Nadel pivotirte auf einer Spitze.

Erste Reihe.

Die Kette wurde durch etwa zwei Fufs Draht geschlossen, $1\frac{1}{2}'''$ dick. Die Flüssigkeit bestand aus 1 Th. concentrirter Salmiaklösung, 8 bis 9 Th. Wasser. Die Manipulation bestand allein darin, dafs ab und zu einiger Kupfervitriol hinzugethan wurde. Die Zinkplatte war amalgamirt.

Am 25. December.

Um	3^h	10'	Ablenkung	$=37\frac{1}{2}°$
-	3	25	-	$=39$
-	3	3	-	$=40$
-	4		-	$=42\frac{1}{2}$
-	4	55	-	$=42$

Die Zinkplatte war stark mit Schlamm bedeckt; sie wurde gereinigt, und man nahm frische Salmiaklösung, so wie auch frische, sehr concentrirte Kupferlösung, hierauf wurde um 5^h 10' die Ablenkung 46°.

Die Zinkplatte hatte sich schnell wieder belegt; sie wurde wieder gereinigt, und die Ablenkung kam

um 5^h 35' auf 45°
- 5 55 - 47
- 6 5 - $48\frac{1}{4}$.

Die Zunahme der Ablenkung mufs der zunehmenden Concentration der Lösung, und vielleicht dem Umstande zugeschrieben werden, dafs das Kupfergefäfs nicht ganz metallisch rein gewesen seyn mochte. Jedenfalls ist es interessant, auch einmal eine Kette zu haben, die in drei Stunden um 11° zunimmt. Ich glaube nicht, dafs man das mit irgend einer anderen Hydrokette zu leisten im Stande wäre.

Nun mufste ich den Apparat sich selbst überlassen; um 11^h des Abends war die Ablenkung etwa 5° bis 6°, aber die Flüssigkeit wasserhell. Alles Kupfer hatte sich niedergeschlagen. Gründe, die ich nachher berühren werde, vermochten mich, die Schliefsung durch einen längeren Draht zu bewirken. Die übrigen Umstände waren wie in der ersten Reihe.

Zweite Reihe. Am 26. December.

Schliefsung durch einen Draht von etwa 20' Länge, $\frac{1}{2}'''$ dick.

9^h 15'	35°,45
10 45	35 ,40.

Es wurden frische Kupferkrystalle hinzugethan.

10^h 55'	35°,40
11 18	35 ,45
12	35 ,40
12 50	35 ,25.

Neue Kupferlösung und neue Krystalle.

1^h 5' 36°, 5.

Auf der Salmiaklösung hatte sich eine Haut gebildet; sie wurde erneuert, auch die sehr schlammige Zinkplatte gereinigt. Die Nadel kam wieder auf

1h 15′	36°,5
2 5	35 ,75
2 40	35 ,20
3 40	33 ,20.

Concentrirte Lösung hinzugethan.

3h 45′	35°,25	5h 35′	33° -
4 5	34 ,30	5 43	33 ,75
5 10	33	5 53	34 ,50
5 17	34	6 20	34 ,50.

Wo eine Wirkungszunahme stattfand, war vorher die Lösung etwas aufgefrischt worden. Bei diesen Versuchen war als Membrane eine dünne Schweinsblase genommen worden, welche ein Vermischen der Flüssigkeiten gestattete. Beim folgenden Versuche wurde eine Rindsblase genommen.

Dritte Reihe. Am 6. Jan. 1837.

1 Vol. Salmiaklösung, 20 bis 25 Vol. Wasser.

12h 23′	25°,75
2 15	28 ,6
2 33	28 ,75.

Die sehr schlammige Zinkplatte wurde gereinigt.

2h 45′	28°,75
3 45	28 ,3
5 25	28 ,1.

Neue Kupferlösung.

5h 30′	28°,75
7 10	28 ,2.

Es wurde Kupfervitriol in der Schale ausgebreitet und die Flüssigkeit durcheinandergerührt.

7h 25′	29°,2
9 24	28 ,3.

Statt der sehr beschlammten Zinkplatte wurde eine ganz frische eingesetzt, die noch nie gebraucht worden. Merkwürdigerweise fand kein Unterschied statt.

9^h	31′	28°,5
11		27
11	12	29 ,5.

Den 7. Januar.

1^h	5′	25°
1	12	27 ,5
1	20	20 ,2
7	45	17 ,5.

Neue Kupferlösung.

8^h		30°,75
9		30 ,5
10	18′	29 ,8
10	22	30
11		29 ,7
12		29 ,5
12	28	29 ,5.

Sie werden mit mir übereinstimmen, dafs diese Versuche sehr befriedigend ausgefallen sind. Durch einige kleine Abänderungen hoffe ich die Manipulation noch zu erleichtern. Auch wird sich wohl durch einiges Nachdenken eine bequeme und wenig Raum einnehmende Combination mehrerer Elemente finden lassen. Die Vortheile, welche diese Ketten gewähren, scheinen mir folgende zu seyn:

1) Die Kette kann auf einer constanten Wirkungshöhe erhalten werden, wenn man dafür sorgt, dafs die Kupfervitriollösung in gehöriger Concentrirung erhalten werde. Es ist gut, diese selbst von Zeit zu Zeit (etwa alle 5 bis 6 Stunden) zu erneuern, weil sie sich mit der Zinkauflösung vermischt; die Zinkplatte kann man lassen wie sie ist, nur dürfte es gut seyn, alle 8 oder 10 Stunden auch die Salmiaklösung zu erneuern. Da diese sehr verdünnt ist, so sind die Kosten unbedeutend. Alle 12 Stunden würde ich ebenfalls eine andere Membrane nehmen und die alte trocknen lassen. Die Vermischung der

Flüssigkeiten geht dann nicht so leicht von statten. Man kann mehrere solcher überzogener Reifen haben, die man leicht auswechselt. Obgleich immer einige Aufsicht nöthig ist, so liegt der Vortheil eigentlich darin, dafs man überhaupt im Stande ist, die Kette constant zu erhalten, was bei allen anderen einigermafsen kräftigen Apparaten bisher nicht möglich war, man mochte sich quälen wie man wollte. Ich habe wer weifs was angestellt, um diesen wichtigen Zweck zu erreichen; alles hatte aber seine Gränzen, die, wenn sie überschritten waren, keine Wiederherstellung der Kraft zuliefsen. Die bisherigen galvanischen Apparate konnten einen wirklich zur Verzweiflung bringen.

2) Das Zink wird beinahe alles auf Volta'sche Weise aufgelöst, und die Nebenwirkung ist unbedeutend; sie würde vollkommen annullirt seyn, wenn nicht die Blase Kupfervitriol durchliefse; gröfsere Vorsicht wird die geringe selbstständige Action des amalgamirten Zinks noch verringern, obgleich sie nie ganz wird beseitigt werden. Jedenfalls kommt dieser sterile Aufwand nicht im Vergleich zu der Wärme, welche ungenützt durch den Schornstein fliegt. Merkwürdig ist es übrigens, dafs der Schlamm, womit sich die Zinkplatte belegt, die Wirkung durchaus nicht hemmt, vorausgesetzt nämlich, dafs er nicht zu dick ist. Ich habe ihn zwar noch nicht untersucht; seine metallische Natur scheint aber unzweifelhaft. Dieses auffallende Phänomen wird wohl seine Erklärung durch Ihre Untersuchungen über den Uebergangswiderstand finden, auf deren Verfolg ich sehr gespannt bin. Wenn sich in dem Gefäfse *ab* Ihrer Zeichnung eine concentrirte Kupfervitriollösung befindet, so ist es wohl möglich, dafs, wenn *LP* Kupferplatten sind, der Widerstand des Ueberganges als sehr unbedeutend sich ausweist, ja dafs vielleicht im Kupfervitriol Zwischenplatten nur einen geringen hemmenden Einflufs üben.

Es erklärt sich auch vielleicht dadurch, warum bei meinen zuletzt, nach Faraday's Angabe construirten Trog-Apparaten die Wirkung so äufserst geschwächt wurde, wenn die leitende Flüssigkeit kupferhaltig wurde, was beinah unvermeidlich geschieht; denn diese Apparate beruhen ganz auf der Wirkung der Zwischenplatten. Mit den Partialketten, die sich durch das Niederschlagen des Kupfers am Zink bilden, mag es wohl so viel nicht auf sich haben, einmal weil die Salmiaklösung schwach ist, dann weil der Schlufs fehlt, indem jedes Kupfertheilchen doch von einer flüssigen Hülle umgeben gedacht werden mufs. Zu bemerken ist übrigens, dafs sich bei den letzten beiden Versuchsreihen das Kupfer in ganz fester Gestalt ausschied und den Boden des Gefäfses *A* gleichmäfsig überzog. Wenn aber die Kette durch einen kurzen Draht geschlossen wurde, so war die Form der Ausscheidung lose; auch schien sich dann ebenfalls Zink niederzuschlagen. Ueberhaupt mufs man die zu energischen Wirkungen vermeiden, weil die Manipulation dann schwieriger wird. Indessen wird die Praxis manches hierin modificiren und fördern. Die Consumtion des Kupfervitriols ist gar nicht unbedeutend; indessen gewinnt man dafür Zinkvitriol und metallisches Kupfer.

3) Zu den Vortheilen dieser Kette rechne ich auch, dafs sie bis zur vollständigen Consumtion des Zinks in Wirksamkeit bleibt. Wie sehr die Energie des gebrauchten Zinks verliert, ist bekannt. Aber was heifst eigentlich »gebrauchtes Zink?« Ich weifs nur so viel, dafs wenn man Salpetersäure anwendet, und sich aus der salpetersauren Flüssigkeit ein schwarzer, stark adhärirender Niederschlag an die Platte absetzt, und man diesen Niederschlag unglücklicherweise hat antrocknen lassen, keine menschliche Macht im Stande ist, die Zinkplatten zu regeneriren, man müfste sie denn abhobeln. Dieser Ge-

genstand ist für die Oeconomie der Kette sehr wichtig, man kann alles mehr in die Kategorie des Brennmaterials bei Dampfmaschinen bringen.

XII. *Ueber das Klima von Nowaja-Semlja; von K. E. v. Baer.*

(Auszug aus mehren Stücken des *Bulletin scientifique* der St. Petersburger Academie.)

Dem Verfasser standen zur gegenwärtigen Arbeit über das Klima von Nowaja-Semlja zwei meteorologische Tagebücher zu Gebote, geführt das eine auf der Reise von *Pachtussow* in d. J. 1832 und 1833, und das andere auf der Reise von *Pachtussow* und *Ziwolka* in d. J. 1834 und 1835.

Aus dem ersteren wählte er drei Reihen Thermometerbeobachtungen aus, angestellt die erste vom 23. Aug. bis 29. Sept. 1832 [1]), an der Westseite der Insel, unweit der Felsenbay, doch nur von vier zu vier Stunden; die zweite vom 29. Sept. 1832 bis zum 23. Juli 1833, von zwei zu zwei Stunden, neben der *Winterhütte* (70° 36′ 47″ N. und 57° 47′ O. Greenw.) an der Felsenbay, auf der Südostspitze der Insel; die dritte endlich nach der Ueberwinterung vom 23. Juli bis Ende Augusts, ebenfalls von zwei zu zwei Stunden, auf der Fahrt längs der Ostküste bis zum Einlauf in die Strafse Matotschkin-Schar. Diese drei Reihen umfassen ein volles Jahr, und bilden eine Masse von 4000 Beobachtungen. Leider sagte das Tagebuch nicht, ob das gebrauchte Instrument ein Weingeist- oder Quecksilber-Thermometer war,

1) Neuen Styls, wie durchgängig in diesem Aufsatz.

war, und noch viel weniger konnte der Verfasser dasselbe vergleichen.

Das zweite Tagebuch lieferte Beobachtungen vom 8. Sept. bis zum 20. Oct. 1834 aus der Westmündung der Matotschkin-Schar, und vom letztgenannten Tage bis zum 2. Sept. 1835 aus dem Winteraufenthalt in der Nähe dieser Westmündung (73° N.). Die letzteren wurden wieder von zwei zu zwei Stunden angestellt, nur im September und einem Theil des Octobers waren sie bloſs sechsmalig am Tage. Auch diese Beobachtungen, mehr als 4000 an der Zahl, umfassen ein volles Jahr. Ueberdieſs haben sie den Vorzug, daſs das Instrument, ein Weingeistthermometer, geprüft werden konnte. Hr. Lenz verglich es von —15° R. bis +25° R. mit einem Normalthermometer, und die dabei sich ergebenden, nur geringfügigen Fehler wurden vom Verfasser an den Beobachtungen berichtigt. Unterhalb —15° bis —30° lieſsen sich die Fehler nicht ermitteln; indeſs können sie, bei der geringen Fehlerhaftigkeit des Instruments bis—15°, nicht bedeutend seyn. Störender für die Beobachtungen konnte die Nähe der stets bis gegen 20° C. geheitzten Hütte gewesen seyn [1]); doch lieſs sich der daraus entspringende Fehler nicht ermitteln, und jedenfalls, meint Hr. v. B., sey die Erwärmung nicht so groſs, als Arago sie für Parry's Beobachtungen auf der Melville's Insel annimmt, nämlich 1°,5 C. [2]).

Folgende Tafeln enthalten die monatlichen Mittel der Beobachtungen zu den einzelnen Stunden:

1) Diese Winterhütte lag 60 Fuſs über dem Meeresspiegel, nur im Süden von einer Höhe gedeckt. Das Thermometer hing zwei Klafter von der Hütte und sechs Fuſs über dem Boden. — Die Winterhütte der ersten Expedition war nicht viel über dem Meeresspiegel erhaben.

2) *Ann. de chim. et de phys. T. XXVII p.* 419.

I. Täglicher Gang der Temperatur in der karischen Pforte [1]) (70° 37′ N.) und im August an der Ostküste von Nowaja-Semlja. — Centigrade.

Stunden.	Januar.	Februar.	März.	April.	Mai.	Juni.	Juli.	August.	Sept.	October.	Novemb.	Decemb.
Mittern.	−19°,78	−18°,01	−25°,54	−18°,92	−10°,74	−1°,98	+0°.59	+2°,17	−1°,43	−6°,49	−15°,96	−11°,63
2	−19 ,78	−18 ,09	−25 ,95	−19 ,36	−10 ,77	−1 ,58	+0 ,90	+2 ,35		−6 ,59	−16 ,11	−11 ,34
4	−19 ,75	−18 ,31	−26 ,14	−18 ,99	−10 ,34	−0 ,72	+1 ,37	+2 ,44	−1 ,82	−6 ,54	−16 ,25	−11 ,15
6	−19 ,80	−17 ,95	−25 ,41	−17 ,69	− 9 ,38	0 ,00	+2 ,12	+2 ,78		−6 ,76	−16 ,31	−10 ,61
8	−19 ,91	−17 ,38	−24 ,54	−15 ,71	− 7 ,61	+1 ,10	+2 ,74	+3 ,12	−1 ,43	−7 ,15	−16 ,87	−10 ,30
10	−19 ,62	−17 ,27	−21 ,83	−13 ,93	− 5 ,99	+2 ,01	+3 ,57	+3 ,47		−6 ,24	−16 ,69	−10 ,27
Mittag	−19 ,12	−16 ,77	−20 ,57	−13 ,10	− 5 ,33	+2 ,36	+3 ,60	+3 ,82	−0 ,21	−6 ,13	−15 ,90	−10 ,07
2	−18 ,94	−16 ,79	−20 ,61	−12 ,48	− 5 ,31	+2 ,67	+3 ,65	+3 ,91		−6 ,09	−15 ,84	−10 ,51
4	−18 ,29	−17 ,65	−21 ,74	−12 ,88	− 6 ,01	+1 ,96	+3 ,57	+3 ,90	−0 ,48	−6 ,32	−15 ,51	−10 ,80
6	−18 ,81	−17 ,70	−23 ,08	−14 ,60	− 7 ,12	+1 ,19	+3 ,06	+3 ,71		−6 ,63	−15 ,41	−10 ,90
8	−19 ,25	−18 ,06	−24 ,23	−16 ,52	− 8 ,06	+0 ,23	+2 ,26	+2 ,58	−1 ,25	−6 ,62	−15 ,48	−11 ,26
10	−19 ,50	−18 ,67	−24 ,87	−17 ,95	− 9 ,98	+0 ,96	+1 ,27	+2 ,43		−6 ,58	−15 ,40	−11 ,73
Mittel	−19°,38	−17°,72	−23°,71	−16°,04	− 8°,05	+0°,52	+2°,39	+3°,06	−1°,10	−6°,52	−15°,98	−10°,87

1) Die karische Pforte, die Meerenge zwischen der Südspitze von Nowaja-Semlja und der Waygats-Insel, nimmt die Felsen-Bay auf. *P.*

II. Täglicher Gang der Temperatur an der Westmündung von Matotschkin-Schar (73° N.). — Centigrade.

Stunden.	Januar.	Februar.	März.	April.	Mai.	Juni.	Juli.	August.	Sept.	October.	Novemb.	Decemb.
Mittern.	−15°,15	−22°,42	−15°,42	−15°,31	−10°,19	−0°,20	+3°,12	+4°,22	−1°,56	−5°,09	−12°,71	−19°,56
2	−15 ,00	−22 ,16	−16 ,22	−15 ,00	− 9 ,48	−0 ,02	+2 ,87	+4 ,03		−4 ,32 *	−12 ,76	−19 ,69
4	−15 ,18	−21 ,95	−16 ,67	−14 ,67	− 8 ,64	+0 ,15	+3 ,35	+3 ,94	−1 ,36	−6 ,09	−12 ,97	−20 ,00
6	−15 ,36	−22 ,06	−16 ,28	−13 ,84	− 7 ,16	+0 ,74	+3 ,68	+4 ,63		−5 ,32 *	−13 ,13	−20 ,19
8	−15 ,29	−21 ,99	−15 ,67	−12 ,45	− 5 ,44	+1 ,71	+4 ,76	+5 ,45	−0 ,69	−5 ,49	−13 ,20	−20 ,32
10	−15 ,89	−21 ,94	−15 ,16	−11 ,12	− 4 ,17	+2 ,85	+5 ,20	+5 ,70		−5 ,46 *	−13 ,22	−20 ,05
Mittag	−15 ,10	−22 ,02	−14 ,08	−10 ,54	− 3 ,42	+3 ,50	+5 ,89	+6 ,39	+1 ,04	−5 ,04	−13 ,07	−19 ,95
2	−15 ,63	−21 ,85	−14 ,23	−11 ,33	− 4 ,03	+3 ,15	+5 ,57	+5 ,65		−5 ,40 *	−12 ,91	−19 ,70
4	−15 ,62	−21 ,96	−14 ,42	−12 ,28	− 5 ,08	+2 ,12	+5 ,23	+5 ,44	−0 ,13	−5 ,27	−12 ,82	−19 ,35
6	−15 ,38	−22 ,16	−14 ,90	−13 ,02	− 6 ,75	+1 ,59	+5 ,03	+4 ,92		−6 ,01 *	−12 ,62	−19 ,26
8	−15 ,56	−22 ,20	−15 ,11	−14 ,03	− 8 ,08	+1 ,22	+4 ,48	+4 ,76	−0 ,34	−5 ,59	−12 ,79	−19 ,18
10	−15 ,62	−22 ,25	−15 ,47	−15 ,21	− 9 ,29	+0 ,55	+3 ,91	+4 ,39		−5 ,80 *	−12 ,85	−18 ,96
Mittel	−15°,40	−22°,08	−15°,30	−13°,19	− 6°,81	+1°,43	+4°,42	+4°,96	−0°,51	−5°,41	−12°,92	−19°,68

Da die Beobachtungen um 2, 6, 10 Uhr Vormittags und 2, 6, 10 Uhr Nachmittags, während des Octobers nur in dem letzteren Drittel dieses Monats angestellt sind, so haben die gefundenen Zahlen einen geringeren Werth als die anderen für 0, 4, 8 Uhr gefundenen, und dürfen nur unter sich verglichen werden. Aber auch in den andern Stunden dieses Monats fanden sich einige Lücken, die offenbar durch das Umziehen der Mannschaft veranlaſst wurden. Diese Lücken sind nach der Wahrscheinlichkeit, welche die Aufzeichnungen benachbarter Stunden gaben, ausgefüllt.

Mittlere Temperatur. Sie beträgt, vorstehenden Tafeln zufolge, für die Westmündung von Matotschkin-Schar —8°,37 C., für die Südostspitze der Insel —9°,45 C.

So auffallend es auf den ersten Anblick erscheinen mag, sagt der Verfasser, dafs ein Punkt, der um mehre Grade südlicher und fast in demselben Meridiane liegt, eine mehr als einen Grad geringere mittlere Temperatur habe, so darf man doch nicht glauben, dafs ein ganz ungewöhnlich warmes Jahr für den nördlicheren Beobachtungsort diese Materialien geliefert habe. Vielmehr stimmt die gefundene Differenz zwischen den Mitteltemperaturen beider Orte mit allen Erfahrungen, welche die Seefahrer an diesen Küsten gemacht haben, überein. Die karische Pforte ist fast immer durch Eis gesperrt, und nur in ganz kurzen Intervallen zeigt sich freie Durchfahrt. Die Westküste dagegen ist in den Sommermonaten in der Regel eisfrei, so dafs man im August gewöhnlich bis zum *Cap Nassau* ungehindert vordringen kann, und selbst die Nordküste ist nicht so bleibend mit Eis besetzt als die karische Pforte.

Auch lassen sich die Ursachen dieser Temperaturverhältnisse leicht auffinden. Die Westküste wird von einem weiten Wasserbecken bespült, das während des gröfsten Theils des Jahres eisfrei ist, und nur an den Küsten der gröfseren Ländermassen Säume von Eis auf längere Zeit erhält, ein Wasserbecken, über welchem selbst unter 78° N. Br. eine mittlere Lufttemperatur von —6°,75 C. herrscht. Es ist also schon Wirkung einer eigenen ziemlich ausgedehnten Oberfläche und der Nähe des weit nach Norden sich erstreckenden Festlandes von Asien, dafs die Westküste von Nowaja-Semlja eine mittlere Temperatur von —8°,37 C. hat. Ich zweifle nämlich nicht, fährt der Verfasser fort, dafs die Temperatur der ganzen Westküste vom südlichen *Gänse-Cap* bis zu den *Kreuz-Inseln* ziemlich gleich sey, und nur am *Cap Nassau* abnehmen mag. Das geht aus den Erfahrungen über das

Vorkommen des Eises hervor, und ist auch leicht aus der Lage der Küste ersichtlich, dafs die höhere Breite im umgekehrten Verhältnifs zur Nähe von erkältenden Ländermassen wirkt. Eben so zweifle ich nicht, dafs die gesammte Ostküste ziemlich einerlei Temperatur mit der *karischen Pforte* habe. Denn gerade so wie diese Meerenge gewöhnlich vom Eise versperrt ist, trafen die meisten Seefahrer, welche durch *Matotschkin-Schar* fuhren, die Ostmündung durch Eis versperrt, und wenn sich dieses verliert, so geschieht es nur auf kurze Zeit, obgleich die Meerenge selbst mehrere Monate hindurch regelmäfsig offen ist. Was die Nordspitze durch höhere Breite verliert, gewinnt sie durch gröfsere Wasserfläche. Summirt man alle Erfahrungen der Seefahrer und Wallrofsfänger, so scheint daraus hervorzugehen, dafs die Ostmündung von *Matotschkin-Schar* noch am längsten eisfrei ist, die Südostspitze von Nowaja-Semlja aber noch weniger als die Nordostspitze, obgleich dort die Nähe des Continents wenigstens einen wärmeren Sommer erwarten liefse. Der Grund hievon liegt in einem localen Verhältnisse. Das *karische Meer*, das auf drei Seiten vom Land umschlossen ist, gleicht einem Eiskeller, der nur dann sein Eis verlieren kann, wenn Süd- oder Südwestwinde längere Zeit geweht haben, bei jedem anderen Winde aber sich wieder mit Eis füllt. Da nun in diesem Meere eine ununterbrochene Strömung nach der *karischen Pforte* besteht, so wird diese, jedesmal nachdem sie eisfrei gewesen, bald wieder durch Eisfelder versperrt, selbst während einer Windstille. Ich habe mich daher gefreut, sagt der Verfasser, dafs ich für den Monat August Beobachtungen benutzen konnte, die nicht in der Pforte selbst, sondern höher hinauf an der Ostküste gemacht worden sind, wo während dieses Monats das Eis häufig verschwindet. Es wird dadurch der Einflufs der Localverhältnisse aus der Rechnung entfernt, und das gewonnene Resultat kann um so mehr als die

Temperatur der gesammten Ostküste betrachtet werden. Die neun letzten Tage des Augusts, die unsere Expedition an der Südostspitze von Nowaja-Semlja zubrachte, mit denselben Tagen des folgenden Jahres höher hinauf an der Ostküste nach den Tagebüchern verglichen, zeugen von dieser Uebereinstimmung.

So überraschend es seyn mag, daſs ein so schmales Land wie *Nowaja-Semlja*, welches im gröſsten Theil seiner Länge nicht einmal funfzehn Meilen breit ist, einen so merklichen Temperatur-Unterschied in Osten und Westen zeigt, so wird doch dieser Unterschied überall durch die Erfahrung bestätigt, und durch nähere Erwägung der Verhältnisse auch verständlich. Wir haben schon erwähnt, wie viel eisfreier die Westmündung von Matotschkin-Schar im Verhältniſs zur Ostmündung ist, und fügen noch hinzu, daſs, nach den Erfahrungen unserer Wallrofsfänger von mehreren Jahrhunderten, *Kostin-Schar* oder der südwestlichste Winkel von Nowaja-Semlja am frühsten und am längsten zugänglich ist, während man 100 Werst weiter nach Osten auch in der zweiten Hälfte des Augusts sehr häufig, und noch 25 Werst weiter fast immer Eis findet. Dieselbe Wirkung, welche hier die Localverhältnisse der karischen Pforte hervorbringen, wird weiter nach Norden durch die hohe Bergkette hervorgebracht, welche längs der Westküste läuft, und einen ähnlichen Einfluſs wie an der Küste von *Norwegen* äuſsert. Sie bricht die mildernden Wirkungen des Wasserbeckens zwischen *Lappland*, *Nowaja-Semlja* und *Spitzbergen*. Westwinde bringen an der Westküste Feuchtigkeit, Landwinde aber, sie mögen nun quer über *Nowaja-Semlja* streichen oder der Länge nach, bringen, wie Pachtussow in den Anmerkungen zu seinem Tagebuch ausdrücklich bemerkt, jedesmal heiteres Wetter. An der Ostküste aber kommen die Westwinde trocken an, und nur Ostwinde bringen, wenn das *karische Meer* offen ist, Feuchtigkeit, die eben so wenig bis zur West-

küste reicht. *Nowaja-Semlja* bildet auf diese Weise, trotz seiner Schmalheit, eine Wetterscheide, obgleich die südliche Hälfte nicht einmal eine bedeutende Bergreihe zu enthalten scheint. Im Sommer 1835 hatte man auf der zweiten Expedition die sprechendsten Beweise hievon. Fast vier Wochen hindurch war Pachtussow im Frühlinge an der Westseite beschäftigt, während Ziwolka an der Ostküste sich befand. Als sie wieder zusammenkamen und ihre Tagebücher verglichen, fand es sich, dafs der Eine trübes Wetter gehabt, so lange als der Andere heiteres hatte. An denselben Tagen, an welchen der Eine am weitesten sehen konnte, hatte der Andere gar keine Beobachtungen machen können. Dieser Gegensatz zeigte sich auch im Herbst, als Pachtussow im Osten, und Ziwolka im Westen geodätische Arbeiten ausführte.

Es ist sogar wahrscheinlich, dafs man die Differenz der Temperaturen an beiden Küsten noch gröfser gefunden hätte, wenn die Orte der Beobachtung anders gewählt wären. Denn da beide Standpunkte, an denen unsere Beobachtungen gemacht wurden, an Meerengen liegen, so müfste hier eine fortwährende Ausgleichung dieser Differenzen wirken. Um so mehr können wir aus den gefundenen

	—8°,37 C.	für die Westküste
	—9°,43 C.	- - Ostküste
das Mittel	—8°,91 C.	

als die *mittlere Temperatur für ganz Nowaja-Semlja* betrachten, zumal, wie wir bemerkten, in diesem Lande die Erstreckung nach Norden im umgekehrten Verhältnifs zur Nähe des Continentes steht.

Nowaja-Semlja ist hienach viel kälter als die Mitte von West-*Grönland* (bei *Neu-Herrenhut*), bedeutend kälter als die Nordküste von *Labrador* (—3°,4), noch merklich kälter als die Süd- und Westküste von *Spitz-*

bergen, deren Temperatur wir nur wenig unter —7° C. schätzen können. Die Nord- und Ostküste dieses Landes, die allem Anscheine nach bedeutend kälter sind als die entgegengesetzten Küsten, mögen mehr übereinstimmen. Auch *Jakutsk* (—8°,07 nach Erman) ist noch wärmer; *Nishnei-Kolymsk* wäre nach Erman's Berechnung (—10°,0 C.), aus Wrangell's Beobachtungen etwas, *Ústjansk* aber (—15°,24 C. [1]) ist bedeutend kälter als *Nowaja-Semlja*, und mit *Ustjansk* offenbar die ganze Ländermasse an der *Jana*, an der unteren *Lena*, dem *Olonek*, der *Chatanga*, *Piasina* und dem niederen *Jenisei* mit dem Gebiete der nördlichen Zuflüsse der niederen *Tunguska*. Eben so ist der Theil von Nord-Amerika, welchen eine Bogenlinie abschneidet, die von der *Wager-Bay* an der Ostküste beginnt, sich dann in der Mitte von Amerika bis an den *Sclaven-See* senkt, und darauf gegen die Westküste wieder ungefähr an das *Eiskap* erhebt, kälter als *Nowaja-Semlja*. In diesen grofsen Ländermassen wohnen aber noch viele Menschen, und nicht blofs Wilde, sondern am *Fort Enterprise* haben, bei einer mittleren Temperatur von —12°,13 C., die Engländer noch eine Faktorei, und die Russen in *Ustjansk* und dem wahrscheinlich noch kälteren *Turuchansk* noch Städtchen. Die geringe Wärme an sich würde also das »*Neue Land*« der Russen nicht unbewohnbar machen. Viel ungünstiger wirkt aber die Vertheilung der Wärme, wie sogleich näher erörtert werden wird.

Jährlicher Gang der Temperatur. Betrachtet man die monatlichen Mitteltemperaturen in den Tafeln S. 338, so mufs es auffallen, dafs für die *Südostspitze* der März

1) Diese mittlere Temperatur entnahm der Verfasser aus den fast 3jährigen Beobachtungen, welche der Contre-Admiral Wrangell ihm mitzutheilen die Güte hatte, und die als Resultat die mittlere Temperatur —12°,19 R. geben. Für Nishnei-Kolymsk fehlen die Sommermonate. Erman hat sie also wohl interpolirt; aber nach welchem Maafsstabe?

so entschieden der kälteste Monat ist. Da eben so entschieden der August als der wärmste erscheint, und der Mai ungefähr die mittlere Jahrestemperatur hat, so sieht man, dafs die ganze Reihenfolge im Wachsen und Abnehmen der Temperatur hier das ganze Jahr hindurch um einen Monat später erfolgt als gewöhnlich. Einjährige Beobachtungen geben für die mittlere Wärme eines einzelnen Monats ein ziemlich unsicheres Maafs, und wir können ohne weiteren Vergleich nicht beurtheilen, ob nicht das ganze Verhältnifs in der Eigenthümlichkeit des Jahres der Beobachtung liegt. Allein die Beobachtungen in *Matotschkin-Schar* (Taf. II) zeigen uns doch schon eine auffallende Annäherung. Der August ist auch hier der wärmste Monat, obgleich er nicht so sehr vom Juli verschieden ist, als auf der Ostküste; der April ist gleichfalls bedeutend kälter als die mittlere jährliche Temperatur.

In den tabellarischen Uebersichten der monatlichen Temperaturen, welche uns Kämtz in seiner trefflichen Meteorologie giebt, findet sich nur Ein Ort, an welchem der März als der kälteste Monat erscheint, und dieser Ort ist *Fort Churchill*, an der Küste der oberen Hälfte der *Hudson-Bay*. Die Lage dieses Forts stimmt darin mit der *Felsen-Bay* überein, dafs auch hier wegen der vielen benachbarten Inseln ein ansehnlicher Theil des Meeres sich lange mit Eis bedeckt erhält. Es scheint aber, dafs dieses Verhältnifs die Verzögerung in der Culmination der Kälte veranlasse, indem lange Zeit durch Gefrieren des Wassers Wärme entbunden wird, dann aber, nachdem das Eis eine ansehnliche Dicke gewonnen hat, das ganze Maafs der Kälte in der Atmosphäre fühlbarer bleibt. Aus demselben Grunde wird in den Sommermonaten eine Menge Wärme gebunden, um die Eismasse flüssig zu machen, und die Erwärmung der Luft verspätet sich. Im *Fort Churchill* ist zwar der August nicht der wärmste Monat, wahrscheinlich weil die grö-

feste Masse des Eises der Nachbarschaft viel früher consumirt wird; denn das Zurückbleibende der Erwärmung ist in den ersten Sommermonaten unverkennbar. Am vollständigsten scheinen aber im *karischen Meere* durch die früher erwähnte stete Hinleitung des Eises die Jahreszeiten verschoben zu werden.

Unter diesen Umständen ist es Unrecht, die meteorologischen Begränzung der Jahreszeiten hier eben so anzunehmen, wie man jetzt gewöhnlich thut, indem man für den Winter den Januar, und für den Sommer den Juli zur Mitte nimmt. Nach dieser Eintheilung wäre der Frühling fast eben so kalt als der Winter, denn jener hätte, wie die folgende Uebersicht zeigt, eine Temperatur von —15°,93, und dieser von —15°,99 C. Viel gleichmäfsiger erscheint der Wechsel der Temperatur, wenn wir den Winter mit dem Januar beginnen lassen, wie in der vierten Kolumne:

Mitteltemp. der Jahreszeiten.	Westküste von Nowaja-Semlja Mit December beginnend.	Südspitze von Nowaja-Semlja. Beginnend mit December.	mit Januar.	Mittel für ganz Nowaja-Semlja.
Winter	—19°,05 C.	—15°,99 C.	—20°,27 C.	—19°,66
Frühling	—11 ,77	—15 ,93	— 7 ,87	— 9 ,82
Sommer	+ 3 ,60	+ 1 ,99	+ 1 ,47	+ 2 ,53
Herbst	— 6 ,28	— 7 ,87	—11 ,09	— 8 ,74

Das vorliegende Beispiel zeigt augenfällig, dafs man, um die Temperatur der Jahreszeiten verschiedener Orte zu vergleichen, nicht nach denselben Kalendertagen die Jahreszeiten eintheilen sollte. Offenbar kann die Frage über das Verhältnifs von Sommer und Winter in verschiedenen Gegenden nur dadurch beantwortet werden, dafs wir die Curve, welche der jährliche Gang der Temperatur beschreibt, graphisch oder analytisch für jeden Ort bestimmen, und die Abscissen der höchsten und niedrigsten Temperatur als die Mitte von Sommer und Winter annehmen. Nur dadurch erhalten wir Kenntnifs von dem Verhältnifs im jährlichen Stei-

gen und Sinken derselben. Fangen wir überall mit demselben Kalendertage an, so kann man wohl das Quantum Wärme finden, welches in einer bestimmten astronomischen Zeit, d. h. in dem Moment, wenn die Erde in einer bestimmten Gegend ihrer jährlichen Bahn steht, auf verschiedenen Punkten ihrer Oberfläche wirkt; aber eben aus dieser Vergleichung geht die Verschiedenheit des *meteorologischen* Jahres verschiedener Oerter vom *astronomischen* Jahr hervor.

So fällt offenbar auch in *Boothia* oder der Gegend des amerikanischen Kältepols, in welcher Rofs über drittehalb Jahre zubringen mufste, die Mitte des Winters auf die Mitte des Februars, und die Mitte des Sommers zwar nicht in die Mitte des Augusts, aber doch auf den Uebergang des Juli in den August. Die mittlere Temperatur von 30 Monaten, die Rofs angiebt, zeigt folgenden Gang. Länge und Breite wurden in diesen 30 Monaten so ganz unbedeutend verändert, dafs man die Beobachtungen unbedenklich als an einem Punkt angestellt betrachten kann.

Gang der Temperatur in Boothia.

Jan.	—33°,77 C.	Mai	—9°,09 C.	Sept.	— 3°,65 C.
Febr.	—35 ,77	Juni	+1 ,29	Oct.	—12 ,72
März	—33 ,89	Juli	+4 ,27	Nov.	—20 ,79
April	—31 ,87	Aug.	+3 ,72	Dec.	—30 ,24.

Dafs der August eine höhere mittlere Temperatur hat als der Juli, kommt nicht ganz selten vor, und scheint an solchen Orten Regel zu seyn, wo längere Zeit Eis vorbeitreibt. So an der Nordostküste von *Labrador*, der *Winter-Insel*, der Nordostspitze von *Island* (Eyafiord), ja selbst an der Küste von *Neu-Schottland* und dem nördlichen Theil der Ostküste der *Vereinigten Staaten* von Nordamerika, wo das Eis aus dem *St. Lorenz-Strom* dieselbe Wirkung hervorbringt, als weiter in Norden das Polar-Eis.

Den jährlichen Gang der Temperatur in *Halifax*

findet man in Moutg. Martin's *History of the British Colonies, III. p.* 320 so angegeben:

Jan.	20° F.	Apr.	30° F.	Juli	63° F.	Oct.	51° F.
Febr.	18	Mai	40	Aug.	70	Nov.	38
März	25	Jun.	50	Sept.	61	Dec.	21.

Offenbar ist auch hier der Februar die Mitte des Winters, und der August die Mitte des Sommers.

Was *Nowaja-Semlja* anlangt, so ist augenscheinlich, dafs hier die Mitte des Winters für die Westküste später als die Mitte des Januars, für die Ostküste aber früher als die Mitte des Februars fällt. Dafs aber aus dem Mittel beider Annahmen die mittlere Temperatur der Jahreszeiten in richtigem Verhältnifs hervorgeht, lehrt die fünfte Kolumne der Tafel S. 346. Dieser Gang ist regelmäfsiger, als die Curven für beide einzelne Punkte aus nur einjährigen Beobachtungen berechnet werden konnten.

Aus derselben Tafel ergiebt sich ferner, dafs der Winter in Nowaja-Semlja nur eine mittlere Kälte von —19°,66 C. hat, und mithin nicht viel strenger ist als im Innern von *Lappland* auf einer Höhe von 1300 Fufs (bei *Enontekis*), und ungefähr gleich mit *Cumberland-house* im Innern der *Hudsonsbusen-Länder*, aber viel gelinder als *Ustjansk* (—33° C.) oder gar in *Jakutsk* (—42°,5 C.). Dieser verhältnifsmäfsig milde Winter, in welchem das Quecksilber nur sehr selten gefriert, und vielleicht an der Westküste nie, begünstigt aber *Nowaja-Semlja* weniger, als ihm der kalte und neblige Sommer schadet. Dieser Sommer ist beinah der rauheste, den man durch Beobachtung kennt, da er nur eine mittlere Temperatur von +2°,53 C. hat. Sogar auf der *Melville's* Insel, wo Parry auf seiner ersten Reise überwinterte, und *Boothia* (die Gegend des amerikanischen Kältepols), wo Rofs auf seiner Reise mehrere Jahre zubrachte,

sogar diese beiden kältesten Punkte, die man kennt [1]), haben einen wärmeren Sommer, der erstere von +3°,14 C., und der zweite von +3°,09 C. In Bezug auf das Innere von Nord-Sibirien und Nord-Amerika kann hierüber gar kein Zweifel seyn, da in grofsen Ländermassen der Sommer immer wärmer ist, und nur die in's Eismeer am weitesten hinausragenden Vorgebirge Sibiriens können in Vergleich gestellt werden. Bis jetzt hat man durch thermometrische Beobachtung nur zwei kleine Inseln kennen gelernt, die *Winter-Insel* und *Inglbolik*, auf welchen der Sommer noch weniger Wärme entwikkelt als *Nowaja-Semlja*, nämlich +2°,03 und +1°,83 C.

Die mittlere Temperatur des Sommers auf Nowaja-Semlja, auf eben erörterte Weise zu +2°,53 berechnet, erreicht nicht die Wärme des Octobers zu *St. Petersburg*, des Novembers in *Berlin* (+2°,9 C.), des Decembers auf der Shetländischen Insel *Unst*, und ist nur wenig wärmer als der Januar in *Edinburgh* (+2°,4C.). Der wärmste Monat auf *Nowaja-Semlja*, der August (+4°,01), hat die Temperatur des Octobers zu *Drontheim* (+4°,0), noch nicht ganz des Decembers in *Edinburgh* (+4°,4), und lange nicht des Januars auf der Insel *Man* (+5°,4) oder *La Rochelle* (+4°,9).

Doch giebt es auch warme Tage in Nowaja-Semlja. Auf der Westküste gab es im Juli drei Tage hinter einander +7°,5 C., im August vier Tage mit über +9° C. Der wärmste Tag (19. Aug.) brachte es bis zu +11°,9 C. Eine solche Wärme tritt jedoch auf der Ostküste nie ein. Hier, an der Ostmündung der *Matotschkin-Schar*, hatte der wärmste Tag +7°,55 C.

Die gröfste Kälte, die man in der *Felsen-Bay* beobachtete, betrug —40° C. (—32° R.), und kam am 21.

1) Die Mitteltemperatur der *Melville's*-Insel berechnet Arago zu —10°,93 C. Unser Verfasser fand die von *Boothia* aus den Beobachtungen von Rofs —16°,88 C.

Nov. vor. Eine Kälte von —37° C. (—30° R.) wurde im November und Januar mehrmals beobachtet. Auf der Westküste ist nie eine gröſsere Kälte als —30° R., diese aber mehrmals an den gewöhnlichen Beobachtungsstunden verzeichnet. Nur einmal, am 22. Febr., bald nach 10 Uhr Abends, beobachtete man —37°,5 R. (fast —47° C.); da aber um 10 und um 11 Uhr desselben Abends nur 30° R. im Tagebuch angegeben sind, so hat der Verfasser diese anomale Temperatur bei seinen Berechnungen ausgelassen, wiewohl er sie sonst für glaubwürdig hält [1]). Aehnliche, obwohl nicht ganz so plötzliche Temperaturveränderungen kommen auch sonst im Tagebuche vor. Am 28. Jan. 10 Uhr Abends beobachtete man —24° R., um Mitternacht nur —14° R.; allein es folgte auch auf Windstille heftiger SSO. Bei der vorhin erwähnten Anomalie herrschte dagegen fortwährend Windstille.

Auf beiden Standörtern kam kein Monat vor, in welchem es nicht wenigstens einmal gefroren hätte. Dagegen war in der *Felsen-Bay* vom 19. Oct. bis zum 24. Mai ununterbrochener Frost, ohne irgend eine Unterbrechung durch Thauwetter. In der Westmündung von *Matotschkin-Schar* währte der Frost nur vom 24. Oct. bis zum 21. März. In der nachfolgenden Tabelle ist die höchste und niedrigste Temperatur jedes einzelnen Monats (in Réaumur'schen Graden) zusammenge-

1) Die näheren Umstände dieser Beobachtung sind folgende. Die Matrosen hatten ein Dampfbad genommen, und einige von ihnen hatten sich, nach russischer Sitte, aus dem Bade nackt in den Schnee gestürzt. Diese Uebung, bei einer so grimmigen Kälte, war auch den, unter anderen Verhältnissen an solchen Anblick gewöhnten Officieren merkwürdig. Hr. Ziwolka ging also an's Thermometer und fand —37°,5 R. Als er, in die Hütte zurückgekehrt, seine Beobachtung erzählte, behauptete man, er müſste sich geirrt haben, und Pachtussow ging hinaus, um sich selbst zu überzeugen. Von seiner Hand ist die Anmerkung im Tagebuch. Auch verdient erinnert zu werden, daſs man ein Weingeistthermometer beobachtete.

stellt, und das daraus gezogene Mittel, so wie das wahre Mittel (in Centesimalgraden) hinzugefügt.

Westküste.

	Maximum.	Minimum.	$\frac{M+m}{2}$.	Wahres Mittel.
Jan.	— 0°,25 R.	—26° R.	—16°,1 C.	—15°,40 C.
Febr.	— 8	—30	—23 ,75	—22 ,06
März	+ 1 ,25	—28	—16 ,6	—15 ,30
April	+ 2	—23 ,5	—13 ,4	—13 ,19
Mai	+ 5 ,5	—10	— 7 ,25	— 6 ,81
Juni	+10	— 6	+ 2 ,5	+ 1 ,43
Juli	+ 8 ,5	— 1 ,25	+ 4 ,4	+ 4 ,42
Aug.	+11	— 3 ,5	+ 4 ,7	+ 4 ,96
Sept.	+ 3	— 6	— 1 ,82	+ 0 ,81
Oct.	+ 4	—11	— 4 ,37	— 5 ,48
Nov.	— 3	—19	—10	—12 ,92
Dec.	— 4	—26 ,5	—17 ,81	—19 ,68

Ostküste.

	Maximum.	Minimum.	$\frac{M+m}{2}$.	Wahres Mittel.
Jan.	— 1°,5 R.	—31°,5 R.	—20°,62 C.	—19°,37 C.
Febr.	— 4 ,5	—27 ,75	—20 ,15	—17 ,73
März	— 4	—27	—19 ,37	—23 ,71
Apr.	— 2 ,5	—26	—17 ,75	—16 ,07
Mai	+ 0 ,5	—18	—11 ,56	— 8 ,05
Juni	+ 8 ,0	— 3	+ 3 ,12	+ 0 ,52
Juli	+ 6 ,5	— 1 ,5	+ 3 ,12	+ 2 ,39
Aug.	+ 7 ,5	— 1 ,75	+ 3 ,59	+ 3 ,06
Sept.	+ 4	— 9	— 3 ,12	— 1 ,10
Oct.	+ 1	—19	—11 ,25	— 6 ,44
Nov.	— 1 ,5	—32	—20 ,94	—15 ,98
Dec.	— 1 ,5	—21 ,5	—14 ,25	—10 ,87

Man sieht hieraus, wie bedeutend oft die Mittel aus den monatlichen Maximis und Minimis von den wahren monatlichen Mitteln abweichen. Berechnet aus ihnen, würde sich die mittlere Jahrestemperatur für die Südost-

spitze beinahe —11° erheben [1]). Der Grund könnte wohl darin liegen, dafs je weiter man nach Norden vordringt, um so mehr jeder Wind erwärmend wirkt. Mit Ausnahme der wenigen Sommerwochen, sind die Windstillen erkältend. Sie also bestimmen die niedrigste Temperatur, während andererseits, je weiter wir uns den Kältepolen nähern, um so mehr alle Winde erwärmend wirken. Die erwärmenden Momente halten also viel länger an als die erkältenden, und wirken daher mehr auf die wahre mittlere Temperatur ein.

Täglicher Gang der Temperatur. Aus den beiden Tafeln S. 338 gehen für den täglichen Gang der Temperatur auf Nowaja-Semlja folgende Resultate hervor:

1) Dafs der tägliche Temperaturwechsel in den Wintermonaten am geringsten war, dafs er dann im Frühling rasch zunahm, im April und Mai am gröfsten wurde, und im Sommer wieder bedeutend abnahm. Offenbar war also die Temperatur gleichförmiger, so lange die Sonne entweder gar nicht aufging oder gar nicht unterging, als in den Zeiten, wo Tag und Nacht regelmäfsig wechselten. Indefs fallen die geringsten Schwankungen nicht gerade in die Monate, wo die Sonne gar nicht auf- oder gar nicht untergeht, sondern etwas später; für die *karische Pforte* auf den Januar, dessen letztere Hälfte des Sonnenscheins hier nicht ganz ermangelt, und für *Matotschkin-Schar*, wo der ganze Januar noch zur Polarnacht gehört, in den Februar.

Die Beobachtungen in *Enontekis* zeigen schon eine Annäherung an diesen Gang, indem daselbst die Sommermonate nicht, wie in mittleren Breiten, entschieden gröfsten täglichen Wechsel haben, sondern nur der März durch gröfseren Wechsel sich auszeichnet. Schouw glaubt daher mit Recht, dafs diese Abweichung von dem täg-

1) Mehre Beispiele in E. Meyer's *Plantae labradoricae. Lips.* 1830.

täglichen Gang der Temperatur in mittleren Breiten durch den abweichenden scheinbaren Gang der Sonne zu erklären sey. Kämtz aber vergleicht diesen Wechsel mit dem im *Jemteland*, das in den Sommermonaten einen auffallend gröfseren Wechsel hat, als in allen übrigen, und meint, weil *Jemteland* in der Nähe des Polarkreises liege, so werde dadurch das Resultat für *Enontekis* verdächtig. Eine genaue Vergleichung von Wahlenberg's Arbeit soll auch zeigen, dafs die Thatsache und Schouw's Hypothese nicht naturgemäfs seyen. Vielleicht dürfte man nur sagen, dafs beide noch nicht vollständig genug seyen. Aus nachfolgender Tafel über die Temperaturdifferenzen von *Padua*, *Leith*, *Jemteland*, *Enontekis*, *Boothia*, der *karischen Pforte* und *Matotschkin-Schar* geht wohl hervor, dafs, ungeachtet des sehr merklichen Unterschiedes von Küsten- und Kontinentalklima, der lange Polartag die täglichen Unterschiede im Sommer um so mehr vermindert, je weiter man nach Norden fortschreitet. Wenn sie auch, so weit unsere Beobachtungen reichen, noch immer merklich gröfser sind als die Temperaturdifferenzen während der Polarnacht, so läfst sich doch mit grofser Wahrscheinlichkeit schliefsen, dafs unter dem Pole der halbjährige Polartag einen nur geringen Wechsel in 24 Stunden erfährt.

Tägliche Temperaturdifferenzen (in Centigraden) in verschiedenen Monaten

	Padua 45° 24'.	Leith 55° 48'.	Jemteland 63°.	Enontekis 68° 30'	Boothia 70°.	Felsen-Bay 70° 37.	Mat.Schar 73°.
Jan.	3,34	1,47	2,10	4,96	0,52	1,62	0,89
Febr.	4,00	1,96	4,74	4,96	2,29	1,96	0,57
März	4,75	3,38	8,37	7,16	7,32	5,56	2,59
April	5,23	5,67	7,24	5,40	6,77	6,87	4,75
Mai	7,60	4,55	8,36	3,91	6,98	5,46	6,77
Juni	6,67	4,34	9,54	4,03	6,40	4,65	3,70
Juli	9,39	5,10	7,70	4,56	4,61	3,06	3,02
Aug.	8,96	4,08	7,20	4,06	3,31	1,74	2,45

	Padua 45° 48'.	Leith 55° 48'.	Jemteland 63°.	Enontekis 68° 30'.	Boothia 70°.	Felsen-Bay 70° 37.	Mat.Schar 73°.
Sept.	6,88	4,47	6,17	4,53	2,11	1,61	2,60
Oct.	4,49	2,71	3,80	4,93	1,21	1,10	1,05 ?
Nov.	5,17	2,24	2,10	4,43	0,91	1,47	0,60
Dec,	4,11	4,11	1,77	5,76	0,31	1,66	1,36 [1])

Ganz gleichmäfsig ist das gegenseitige Verhältnifs dieser Reihen unter einander freilich noch nicht. Namentlich hätte man in *Matotschkin-Schar* im Sommer wohl geringere tägliche Unterschiede erwarten sollen als in der mehr nach Süden gelegenen *Felsen-Bay*, besonders da die letztere, dem Kontinente näher liegend, einen gröfseren täglichen Wechsel erwarten liefs. Wahrscheinlich bewirkten die Localverhältnisse den scheinbaren Widerspruch. Die Hütte in der *Felsen-Bay* stand dem in der Nacht weniger sich abkühlenden Meer ganz nahe; die Hütte am *Matotschkin-Schar* war dem Meere, und zwar einem sehr weiten Wasserbecken nahe genug, um im Allgemeinen ein Küstenklima zu haben; allein, da sie doch ein Paar Meilen von der Küste entfernt und von Höhen umgeben war, so mochten diese doch die täglichen stärkeren Erwärmungen des Bodens um Mittag und seine stärkeren Abkühlungen in der Nacht mehr zusammenhalten, als in der Ebene geschehen wäre.

2) Ueberhaupt sind die Differenzen der täglichen Temperatur in hohen Breiten nicht so grofs als in mitt-

1) Um dieser Zusammenstellung nicht einen höheren Werth beizumessen, als sie wirklich besitzt, erinnert der Verfasser, dafs die Reihen für *Padua, Leith* und *Boothia* die Differenzen der höchsten und niedrigsten Temperatur einzelner Stunden für jeden Monat angeben, dafs in *Nowaja-Semlja* aber nur von zwei zu zwei Stunden beobachtet wurde, die Differenzen also um ein Weniges zu gering angegeben sind. Dagegen haben wir für Enontekis und Jemteland nicht solche Materialien, sondern es sind die höchsten und niedrigsten Temperaturen des Tages notirt. Diese wahren Extreme müssen um ein Weniges gröfser ausfallen, als die Differenzen der mittleren Temperatur einzelner Stunden.

leren. Fragen wir nach der Tageszeit, auf welche die höchste Temperatur des Tages fällt, so ergiebt sich:

3) Daſs die gröſste Wärme im Allgemeinen, und besonders im hohen Norden früher eintritt als tiefer in Süden, nur

4) daſs auch im hohen Norden die gröſste Wärme auf verschiedene Stunden des Tages fällt, daſs aber diese Differenzen nicht so groſs sind als weiter im Süden.

Für beide Behauptungen liefern die gegebenen Uebersichten der mittleren Temperaturen von zwei zu zwei Stunden Beweise genug. In *Matotschkin-Schar* zeigt sich vom März bis zum September die Wärme um 12 Uhr bedeutend höher als um 2 Uhr. In der merklich südlicher liegenden *Felsen-Bay* ist die Wärme in den Monaten April bis October um 2 Uhr höher als um 12 Uhr; allein man erkennt doch, daſs die höchste Wärme vor 2 Uhr fällt. Im Februar und März fällt sie sogar dem Mittage so nahe, daſs dieser wärmer ist als 2 Uhr. Eben so hat auch der Contre-Admiral Wrangell beobachtet, daſs an der Nordküste von Sibirien die höchste Wärme bald nach dem Mittage bemerkt wird. In *Padua* dagegen tritt im jährlichen Durchschnitt die höchste Wärme um 3 Uhr Nachmittags und in *Leith* eben so ein.

Noch bestimmter weist die folgende Tafel der mittleren stündlichen Temperaturen in *Boothia* nach [1]), daſs

1) Die Beobachtungen in *Boothia*, die bisher noch nicht zur Auffindung des täglichen Ganges der Temperatur benutzt wurden, entnahm der Verfasser aus dem *Appendix to the narrative of a second voyage in search of a north west passage and of a residence in the arctic regions during the years* 1829, 1830, 1831, 1832, 1833 *by Sir* John Roſs. *London* 1835. Alle 24 Beobachtungen der Temperatur Eines Tages nehmen nur eine Zeile in einer Rubrik des meteorologischen Abschnitts in diesem Appendix ein. Die Notirungen sind nämlich in Form eines Bruchs geschrieben, so daſs die Zahl der beobachteten Grade wie der Nenner eines Bruchs unter einem Strich geschrieben ist, die Zahl der Beobachtungen aber, in welchen dieselben Grade abgelesen wurden, als Zähler darüber steht. Diese

daselbst fast immer die gröfste tägliche Wärme vor 2 Uhr fällt, obgleich die Orte der Beobachtung nur wenig über 70° N. lagen. Nur im Juli scheint es umgekehrt zu seyn, und so auch im December, wo indefs, wegen des geringen täglichen Wechsels alle Unregelmäfsigkeiten merklicher werden mögen.

compendiöse Art hat jedoch Fehler einschleichen lassen, indem entweder der Zähler zuweilen falsch gedruckt, oder ein solcher scheinbarer Bruch ganz ausgefallen ist. Diejenigen (nicht zahlreichen) Tage, bei welchen solche Fehler bemerkt werden, sind bei der Berechnung fortgelassen. Die Beobachtungen, deren Zahl sich auf 21000 beläuft, sind nicht ganz auf demselben Fleck angestellt. Vom October 1829 bis zum September 1830 sind sie unter 70° 0′ N. und 91° 53′ W., vom October 1830 bis zum September 1831 unter 70° 2′ N. und 91° 52′ W., und vom October 1831 bis zum September 1832 unter 70° 9′ N. und 91° 34′ W. gemacht. Da aber der Breitenunterschied nur 9′, und der Längenunterschied nur 19′ beträgt, so kann man ohne alles Bedenken diese Beobachtungen summiren, und hat so den Vortheil, die Mittel aus drittehalb Jahren zu berechnen. Nur der letzte Ort, an dem man sechs Monate beobachtete, hat einiges Eigenthümliche im Gange der Temperatur. Die andern beiden vollständigen Jahre stimmen aber sehr genau überein.

Tafel III. Täglicher Gang der Temperatur in *Boothia* (70° N.). — Centigrade.

Stunden.	Januar.	Februar.	März.	April.	Mai.	Juni	Juli.	August.	Sept.	October.	Novemb.	Decemb.
1	—32°,73	—35°,89	—36°,24	—21°,78	—12°,89	—1°,67	+2°,80	+2°,01	—4°,45	—12°,96	—20°,93	—30°,4
2	—32 ,77	—35 ,98	—36 ,28	—21 ,84	—12 ,75	—1 ,62	+2 ,99	+2 ,11	—4 ,47	—12 ,88	—21 ,03	—30 ,48
3	—32 ,71	—36 ,00	—36 ,37	—21 ,95	—12 ,48	—1 ,44	+3 ,05	+2 ,19	—4 ,52	—12 ,92	—21 ,03	—30 ,55
4	—32 ,73	—35 ,98	—36 ,48	—21 ,82	—11 ,91	—1 ,08	+3 ,42	+2 ,41	—4 ,54	—12 ,93	—21 ,00	—30 ,40
5	—32 ,78	—35 ,98	—37 ,12	—21 ,60	—11 ,25	—0 ,52	+3 ,95	+2 ,44	—4 ,47	—12 ,98	—21 ,04	—30 ,34
6	—32 ,69	—35 ,95	—37 ,04	—21 ,09	—10 ,52	+0 ,38	+4 ,42	+2 ,61	—4 ,38	—12 ,84	—21 ,12	—30 ,25
7	—32 ,68	—35 ,90	—36 ,25	—20 ,07	— 9 ,70	+1 ,80	+4 ,87	+3 ,01	—4 ,04	—12 ,76	—21 ,20	—30 ,16
8	—32 ,74	—35 ,88	—35 ,49	—18 ,77	— 9 ,00	+2 ,30	+5 ,13	+3 ,34	—3 ,58	—12 ,60	—21 ,24	—30 ,21
9	—32 ,64	—35 ,59	—33 ,91	—17 ,70	— 8 ,00	+2 ,12	+5 ,59	+3 ,87	—3 ,39	—12 ,15	—21 ,35	—30 ,26
10	—32 ,68	—35 ,41	—32 ,55	—16 ,76	— 7 ,22	+2 ,95	+6 ,05	+4 ,25	—3 ,14	—12 ,06	—21 ,20	—30 ,22
11	—32 ,57	—35 ,07	—31 ,37	—16 ,04	— 6 ,52	+3 ,54	+6 ,50	+4 ,69	—2 ,77	—11 ,80	—21 ,00	—30 ,19
Mittag	—32 ,62	—34 ,58	—30 ,29	—15 ,37	— 6 ,27	+4 ,09	+7 ,02	+5 ,02	—2 ,64	—11 ,69	—20 ,86	—30 ,18
1	—32 ,26	—34 ,19	—29 ,80	—15 ,18	— 5 ,91	+4 ,73	+7 ,22	+5 ,24	—2 ,43	—11 ,67	—20 ,91	—30 ,16
2	—32 ,41	—34 ,25	—29 ,91	—15 ,26	— 6 ,07	+4 ,53	+7 ,41	+5 ,32	—2 ,47	—11 ,84	—21 ,06	—30 ,14
3	—32 ,51	—34 ,72	—30 ,31	—15 ,55	— 6 ,14	+4 ,02	+7 ,35	+5 ,29	—2 ,58	—12 ,05	—21 ,26	—30 ,23
4	—32 ,50	—35 ,19	—31 ,18	—16 ,23	— 6 ,69	+3 ,62	+7 ,24	+5 ,21	—2 ,74	—12 ,25	—21 ,48	—30 ,34
5	—32 ,42	—35 ,57	—32 ,40	—17 ,29	— 7 ,45	+2 ,92	+6 ,55	+4 ,82	—3 ,15	—12 ,53	—21 ,63	—30 ,31
6	—32 ,43	—35 ,71	—33 ,45	—18 ,12	— 8 ,16	+2 ,27	+6 ,15	+4 ,43	—3 ,49	—12 ,74	—21 ,69	—30 ,35
7	—32 ,48	—35 ,99	—34 ,23	—19 ,10	— 8 ,78	+1 ,51	+5 ,58	+4 ,39	—3 ,82	—12 ,87	—21 ,73	—30 ,42
8	—32 ,56	—36 ,05	—34 ,66	—19 ,94	— 9 ,48	+0 ,79	+5 ,07	+3 ,97	—4 ,01	—12 ,83	—21 ,84	—30 ,51
9	—32 ,65	—36 ,26	—35 ,04	—20 ,75	—10 ,18	+0 ,83	+4 ,56	+3 ,31	—4 ,24	—12 ,78	—21 ,65	—30 ,44
10	—32 ,59	—36 ,36	—35 ,35	—21 ,24	—11 ,01	—0 ,61	+3 ,86	+2 ,68	—4 ,27	—12 ,82	—21 ,75	—30 ,48
11	—32 ,57	—36 ,35	—35 ,63	—21 ,54	—11 ,38	—0 ,91	+3 ,71	+2 ,22	—4 ,35	—12 ,92	—21 ,77	—30 ,48
Mittern.	—32 ,60	—36 ,38	—35 ,68	—21 ,78	—11 ,75	—1 ,30	+3 ,21	+2 ,07	—4 ,51	—12 ,88	—21 ,76	—30 ,46

Sehr auffallend ist es, dafs in der *karischen Pforte* während des Januars die gröfste Wärme um 4 Uhr Nachmittags, und im November sogar 2 Stunden vor Mitternacht beobachtet wurde. In *Matotschkin-Schar* gewinnt diese nächtliche Erwärmung zu viel Regelmäfsigkeit, um sie zufälligen Störungen beizumessen. Im November fällt nämlich die gröfste Wärme auf 6 Uhr Nachmittags, im December zwischen 10 Uhr Abends und Mitternacht, im Januar zwischen Mitternacht und 2 Uhr Morgens. Im Februar fällt zwar die gröfste Erwärmung, welche die Sonne hervorbringt, nach dem Mittage; allein es ist deutlich, dafs einige Stunden nach Mitternacht eine geringere Erwärmung vorher ging. Es scheint daher hier im Winter, unabhängig von der Sonne, ein anderer Grund der Erwärmung zu wirken, dessen Erfolg von Monat zu Monat später bemerklich wird.

Da nun beide Orte an Meerengen liegen, so mufste sich die Frage stellen, ob nicht, da nothwendig fortgehend die verschiedenen Temperaturen der Ost- und Westküste sich ausgleichen, in der Nacht regelmäfsig der Luftstrom aus wärmeren Gegenden vorbeigehe. Aus diesem Grunde schien es nothwendig die mittleren Temperaturen aller einzelnen Stunden aus den Beobachtungen von Rofs zu ziehen, um an ihnen zu erkennen, ob jener sonderbare Gang der Temperatur im Winter auf den Localverhältnissen der Beobachtungsorte beruhe. Die vorhergehende Tafel bestätigt diese Vermuthung.

6) Aus der Vergleichung aller drei Tafeln geht hervor, dafs, je weiter nach Norden, um so entschiedener während des Polartages die niedrigste Temperatur auf Mitternacht oder sehr bald nach Mitternacht eintritt, wie sich erwarten liefs.

7) Wichtiger ist es, dafs aus diesen Uebersichten hervorzugehen scheint, dafs in der That der Anfang der Dämmerung, wie schon mehre Physiker vermuthet haben, eine abkühlende Wirkung besitzt, wogegen es aber

auch scheint, dafs bei einer geringen Tiefe der Sonne unter dem Horizonte dieselbe schon erwärmend wirkt. In der *Felsen-Bay* ist die gröfste Kälte im November und Januar ungefähr 8 Uhr Morgens. In dem nördlicheren *Matotschkin-Schar* fällt sie in beiden Monaten etwas später, gegen 10 Uhr. Der Mittag aber ist auffallend erwärmt. Der December stimmt hiemit freilich nicht ganz in der *Felsen-Bay*, doch ziemlich in der nördlicheren Meerenge. Auch in *Boothia* fällt die gröfste Erkältung im November und Januar auf 8 oder 9 Uhr Morgens, im December aber freilich viel früher. Indefs möchte noch nicht Regelmäfsigkeit genug in den Reihen seyn, um einen bestimmten Ausdruck zu finden. Um zu untersuchen, wann die Sonne zu erwärmen anfängt, müfste man die Beobachtungen von allen diesen Standörtern in kleinere Abtheilungen als monatliche bringen, und von ihnen die mittlere Temperatur berechnen.

Schliefslich bemerkt der Verfasser noch, dafs der auffallende Unterschied, der sich in manchen Monaten zwischen der mittleren Wärme um Mitternacht und 1 Uhr in den Reihen von *Boothia* findet, nicht auf Rechnungsfehlern beruht, sondern darauf, dafs im Anfange des Monats die mittlere tägliche Wärme bedeutend höher oder niedriger ist als am Ende. Wie man daher auch die Abtheilung des Tages wählen mag, wird der Einflufs dieser Unterschiede bei der geringen täglichen Schwankung merklich an den Scheidepunkten bleiben. Hier ist der Tag mit 1 Uhr Morgens begonnen, wie Rofs selbst gethan. Um für die Nacht eine ganz richtige Reihe zu haben, müfste man noch die astronomische Scheidung der Tage von Mittag zu Mittag wählen. Dann würde die Reihe aber um die Mittagsstunde eine Unterbrechung zeigen, so dafs im Grunde nach beiderlei Abtheilungen gerechnet werden müfste.

XIII. *Boden-Eis in Nordamerika.*

Mehrfach ist in diesen Annalen (noch S. 191 dieses Bandes) von dem unterirdischen Eise Sibiriens die Rede gewesen, ohne dafs dabei der ähnlichen, obwohl mehr örtlichen Erscheinung, die Nordamerika darbietet, Erwähnung gethan wurde. Ein kurzer Bericht von dieser wenig beachteten, wenn auch nicht neuen Thatsache, deren Kenntnifs wir dem Kapt. Richardson verdanken [1]), mag daher diese Lücke ausfüllen. Der Schauplatz derselben ist die Umgegend der *York-Factory* (57° 0′ N. und 92° 26′ W. Grw.) an der Südwestküste der Hudson-Bay. Die Factorei liegt am Westufer des *Hayes-River*, ungefähr 5 Meilen von dessen Mündung, auf der Halbinsel, welche diesen Flufs vom Nelson-River trennt. Der Boden ist flach und sumpfig, aus einem aufgeschwemmten Thon bestehend, in welchem Geschiebe vorkommen. Das Ufer des Hayes-Flusses ist gegen 20 Fufs hoch, wird aber dennoch häufig bei Springfluthen überschwemmt, und jährlich reifst der Eisgang grofse Stücke desselben fort. — Es ist bemerkenswerth, sagt Hr. R., dafs der Boden (*sub-soil*) beständig gefroren ist. Dadurch wird das Wasser auf der Oberfläche zurückgehalten und die Gegend in einen Sumpf verwandelt, auf welchem Sphagnum und andere Moose wachsen, die aber wegen Kürze des Sommers bald absterben und keinen Torf erzeugen. Der Boden ist noch hart, wann die kleinen Pflanzen unter dem mächtigen Einflufs einer fast Soltistial-Sonne zu blühen anfangen; und in der Mitte des Septembers, wenn die Hitze am tiefsten in die Erde eingedrungen ist, fallen die Blätter ab. In einem günstigen Sommer thaut der Boden bis zu vier Fufs Tiefe auf; allein dennoch bleibt eine gefrorne Schicht, deren Dicke wir nicht durch eigene Beobachtungen zu ermitteln Gelegenheit hatten, obwohl wir von den Einwohnern erfuhren, dafs sie mehr als elf Fufs beträgt, und dafs sich darunter loser Sand befindet. Nirgendwo im Innern haben wir einen beständig gefrorenen Boden angetroffen; das Vorkommen desselben bei der Factorei York ist vielleicht der Nähe des Meeres zuzuschreiben.

1) Im *Appendix* zur *Narrative of a Journey to the shores of the Polar Sea in the years* 1819—1822; by J. Franklin.

XIV. *Ueber das Sinken der Dalmatischen Küsten; vom Dr. G. A. Klöden.*

In seinen Briefen hydrographischen und physikalischen Inhalts aus Krain vom Jahre 1781 sagt Gruber: »Man hat im ganzen Illyrischen Busen eine besondere Beobachtung, die mit der Grunderhöhung des Meeres (durch die man zu damaliger Zeit ein verändertes Meeresniveau zu beweisen bestrebt war) übereinzustimmen scheint, nämlich dafs die Meere in Ansehung des festen Landes zunehmen, und dasselbe unter ihrem Niveau zurücklassen. Ich wünschte, fügt er hinzu, dafs sich Jemand ein eigenes Geschäft daraus machte, alle Erfahrungen darüber zu sammeln, und daraus den Grund oder Ungrund unserer bisherigen Muthmafsungen zu entdecken.« — In den seitdem verflossenen sechzig Jahren ist noch immer nicht ein solcher Versuch gemacht worden, und selbst in v. Hoff's ausgezeichnetem Werke findet sich keine solche Zusammenstellung. v. Hoff schliefst, nachdem er *einiges* aufgeführt: »Nach diesem Allen, und so lange uns nicht aus anderen Gegenden der Erde Thatsachen von stärkerer Beweiskraft für ein wirklich wahrgenommenes Steigen des Meeresspiegels aufgestellt werden, müssen wir zugeben, dafs dieses doch in der That bis jetzt wirklich nicht hat beobachtet werden können; ja dafs sich sogar Beweise für die unveränderte Fortdauer eines gleichen Wasserstandes des Oceans durch viele Jahrhunderte beibringen lassen.« Was aber von v. Hoff als zu einem Beweise für den steigenden Meeresspiegel Unzureichendes übergangen und angeführt worden ist, kann vielleicht einen anderen Beweis abgeben, und zieht unsere Aufmerksamkeit auf sich, da sich wirklich in an-

deren Gegenden der Erde ein verändertes Verhalten des Meeresniveaus zum Festlande gezeigt hat.

Was ich irgend aufzufinden vermocht, stelle ich hier zusammen.

Das Adriatische Meer, welches bekanntlich auf seiner Ostseite durch die steile, felsige Dalmatische Küste, und auf seiner Westseite durch die meist flache Italiänische begränzt wird, ist, wie uns die grofse Karte des Gen. Quart. Meist. Stabes belehrt, in der Mitte ruhig, und hat hier im Winter heftige Wirbel; die Küsten aber zeigen bis auf mehrere Meilen Entfernung in's Meer eine Strömung, die von Süden die Dalmatische Küste heraufziehend, und dieselbe zernagend, in der nördlichen Ecke und an der Italiänischen Küste bis Ancona, einen Gegenstrom in den sich Meilen weit hinaus erstreckenden Flufsläufen, und der dort der Bewegung der Ebbe und Fluth folgenden Küstenströmung findet, wodurch beiderseits die gewaltigen Massen von Sand, Schlamm u. s. w., durch welche diese Küsten im Wachsen begriffen sind, niederzufallen veranlafst werden; diese Strömung begleitet ferner die Italiänischen Küsten, bis sie gegen den in den Kanal von Otranto eintretenden Strom trifft, und zu dem Anwachsen der Albanischen Küsten, zwischen Durazzo und Aulona, auf ähnliche Weise Anlafs giebt, und endlich das Jonische Meer nach SW. durchzieht. Das Werk: Alter und neuer Staat des Königreiches Dalmatien, 1718, meldet, dafs nach einem vulkanischen Ausbruche bei der Insel Santorin, 1707, die Bimssteinmassen diesen Weg genommen haben.

In Betreff der gewaltigen Erdanhäufungen der ganzen Küste der Po-Niederung berufe ich mich, besonders hinsichtlich Venedigs, auf die mannigfachen Erörterungen, welche dieselben gefunden haben: im 1. Bande v. Hoff's Werk, in Le Bret's Staatsgeschichte von Venedig, im 1. Bande von v. Zach's Correspondenz (durch Forfait),

in v. Martens Reise nach Venedig, und in Donati's *Storia naturale dell' Adriatico.* Es ist sicher, daſs die Küste im Verlauf von zwei Jahrtausenden bis 4 Meilen Land gewonnen hat, daſs Aquileja, Adria, Ravenna einst am Meere lagen; daſs um das Jahr 1200 das Meer die Berge von San Basilio, oberhalb des Po, bespülte, welche jetzt 11 Miglien davon entfernt sind; daſs Mesola 1681 vom Herzog Alfons II am Meere erbaut wurde, und jetzt 6 oder 7 Miglien davon entfernt ist, ungerechnet die Sandbänke, welche sich 4 oder 5 Miglien in's Meer erstrecken; daſs Spina, vor noch nicht 2000 Jahren an der Mündung eines Po-Armes erbaut, 11 Miglien vom Meere entfernt liegt; daſs die warmen Bäder von Monfalcone zur Römer-Zeit auf einer Insel lagen, die im Norden durch einen 5000 Fuſs breiten Kanal vom Festland getrennt war u. s. w. Aus dem Detail der Angaben will ich hier nur einige Notizen herausheben, welche auf *Erniedrigung* des Bodens hinweisen, und welche für ein Steigen des Meeresspiegels angeführt wurden; denn für und wider ein solches Steigen wurde, wie gesagt, gestritten.

v. Hoff sucht (I. 469) die »sämmtlichen vermeintlichen Thatsachen« von einem veränderten Niveauverhältniſs des Adriatischen Meeres durch einen Beweis aus Belloni's Werk: *dell' Adige etc.*, zu entkräften. Belloni sprach gegen die damals bekannt gewordenen Thatsachen; ein groſser Theil der weiter unten angeführten wurden aber erst späterhin von Hacquet, Fortis u. A. mitgetheilt, deren Hr. v. Hoff gar nicht gedenkt. Belloni nämlich führt an, daſs ein in *Adria* ausgegrabenes Pflaster eines alten, prachtvollen Etrurischen Theaters, das etwa vor 2500 Jahren gebaut seyn muſs, sich noch über dem Meeresspiegel befand, obwohl das alte Adria weit von allen Anhöhen in einer Lagune des Meeres lag, folglich sein Boden höchstens einige Fuſs über der Mee-

resfläche erhaben seyn konnte. Wäre das Meer, wie man behauptet, alle Hundert Jahr um $\frac{1}{2}$ Fufs gestiegen, so müfste es jetzt um 20 Fufs höher stehen.

In *Ravenna* dagegen (Hoff, I. 467) fanden 1731 Manfredi und Zendrini 4' 7" unter dem Pflaster der 400 Jahre früher erbauten Cathedralkirche ein anderes altes Pflaster vom schönsten Marmor, mehr als 8" unter der jetzigen gröfsten Wasserhöhe liegend. — Ferner führt Donati an, dafs, als 1722 in *Venedig* das Sandsteinpflaster des Markus-Platzes um $1\frac{1}{2}$ Fufs über dem Meeresspiegel erhöht wurde, an einer Stelle dieses Platzes, und in einer Tiefe von 5 Fufs ein anderes Pflaster gefunden wurde. 3 bis $3\frac{1}{2}$ F. unter dem gegenwärtigen gewöhnlichen Meeresniveau; und Fortis sagt (Dalmatische Reise, II. 165), dafs die Regierung von einem Jahre zum anderen gezwungen sey, die Plätze erhöhen zu lassen, über welche das Wasser in die öffentlichen Cisternen läuft, indem seit dem 16ten Jahrhundert, in welchem sie gröfstentheils ausgebessert wurden, bis auf unsere Zeiten, das Meer über das Pflaster in den *piene scinoccali* heraufgestiegen ist; dafs das Wasser jetzt in einige Kirchen hineindringe, welche bei ihrer Erbauung dieser Unbequemlichkeit nicht unterworfen gewesen; dafs der Markus-Platz, ungeachtet der Erhöhung des neuen Fufspflasters, oft überschwemmt wird; dafs das Wasser in den Magazinen das vorgesehene Maafs zum gröfsten Nachtheil und Schaden der Waaren übersteigt. Le Bret (I. 51) führt aus Zendrini's Geschichte der Wasser (welche in den Venetianischen Archiven liegt) die Stelle an: »Zu den Zeiten der Römer erstreckte sich das feste Land viel *weiter* als jetzo. Das, was uns Livius als Land vorstellt, ist es jetzt nicht mehr. Die ganze Gegend bei Lizzafusina, die man Bondante nennt, ist in Sümpfe verwandelt worden. Davon zeugen so viele in den Sümpfen entdeckte Alterthümer. Man fand ein ziemlich langes und breites Pflaster mit mosaischer Arbeit.

Der Stand des Meeres zur Zeit der Fluth ist 30 Unzen Venetianischen Maafses über diesen Alterthümern. Das Steigen dieser Fluthhöhe hat eine Erfahrung von zwei Jahrhunderten bewährt.« Und Breislak führt (I. 113) eine Abhandlung von Zendrini (von 1815) über Beobachtungen auf der Insel San Georgio maggiore an, wo man des Freihafens wegen Ausgrabungen machte. In der Tiefe von mehreren Fufsen unter dem jetzigen Spiegel des Meeres entdeckte man die Köpfe von Pfahlwerk, und eine steinerne Treppe, von welcher man nur fünf Stufen entblöfste. Nicht weit davon fand man Backsteine mit dem Namen des Verfertigers, und sowohl der Name als die Form der Buchstaben wiesen auf die Zeit der Römer hin.

Für eine Erhebung des Meeresspiegels können diese Thatsachen des gesunkenen Bodens in Ravenna, und Venedig, und die abweichende des zwischen beiden liegenden Adria mit unverändertem oder vielleicht weniger geändertem Niveau, nicht sprechen, wie v. Hoff auch nur behauptet; aber um so entschiedener geben sie den Beweis für ein mindestens *stellenweises Sinken* dieser flachen, weichen, sumpfigen und nachgebenden Uferstrecke. Dafür füge ich noch aus Fortis Reise hinzu: Das Versinken der Stadt *Concha* unweit Rimini, und die unter Wasser liegenden Ueberbleibsel von *Ciparum*, das doch erst 502 zerstört worden.

Verfolgen wir weiter die Küste hinauf die Ortschaften, so ist die nächste, welche uns eine angeführte Thatsache dieser Art bietet, *Duino* oder Tybein. Bei dem dortigen Schlosse, San Giovanni genannt, entspringt eine Quelle des von alten Schriftstellern vielfach genannten und berühmten *Timavus* mit seinem kalten, ungesunden Wasser. Für Hacquet (*Oryctographia Carniolica, I.* 63) war dieser Flufs ein gewichtiges Zeugnifs. Er schliefst aus einer Stelle Virgil's in der Aneide, wo gesagt wird, dafs er *vasto cum murmure montis* hervor-

breche, und sagt: »Aus dieser Beschreibung erhellet denn klar, dafs erwähnter Flufs einen Fall müsse gehabt haben, um einen solchen Lärmen zu machen, den man aber heut zu Tage wenig oder gar nicht mehr gewahr wird, indem das Wasser schon bei seinem Ursprunge so zu sagen still steht. Sollte nun dieser Flufs nicht mit der Zeit das sicherste Zeugnifs vom Anwachsen des Meeres abgeben?« An mehreren anderen Orten fand ich indefs, dafs das Schlofs San Giovanni auch *di Tuba* zubenannt werde, des heftigen Geräusches und Donners wegen, welches gehört wird, wenn nach starken Regengüssen die Quellen heftiger hervorbrechen, wonach Hacquet's Wasserfall sich als eine grundlose Fiction ergiebt. Livius nennt diesen Flufs *lacus*, und auf der Peutinger'schen *tabula itineraria* steht ein See gezeichnet, vom Meere durch eine schmale Landenge getrennt; auf Karten des 17ten Jahrhunderts findet er sich als starker Flufs von mäfsiger Länge, wenigstens ist er länger als auf der neuen Karte des Gen. Quart. Meist. Stabes, wo er nur einen schmalen Hafen bildet mit einigen Sandbänken am Eingange, und an dessen Ende die Quellen liegen. Das könnte zu der Meinung führen, als habe er mit der Zeit abgenommen. Nachdem in den letzteren Jahrhunderten gelehrte Untersuchungen geführt worden, ob dieser Quellen 7 oder 9 sind, worin die Angaben der Alten verschieden lauten, und die in Valvasor's Ehre des Herzogthums Krain, I. Bd., ausführlich zu finden sind, hat Carlo Catinelli im *Archeografo Triestino*, Bd. II, 1830, eine kritische Untersuchung: *Sulla Identità dell' antico coll' odierno Timavo*, bekannt gemacht, deren Resultat ist, dafs der Timavus des Polybius, Posidonius, Virgilius, Pomponius Mela, Strabo, Plinius, Martial und Claudian in nichts von dem heutigen abweiche, und dafs ihn Livius zu einer Zeit grofsen Quellenreichthums und mit überschwemmten Ufern gesehen habe. Dieser Flufs

giebt demnach weder ein Zeugnifs für noch wider ein geändertes Meeresniveau.

Der andere Punkt, auf den Hacquet viel Werth legt, ist *Triest*, auf felsigem Boden, wie bei allen folgenden Orten, erbaut, in welchem er (I. 61), wie in Venedig, Spuren alten Pflasters unter dem jetzigen Meeresniveau gesehen haben will, und wovon er meldet, dafs »die Menschen sich dort wundern, dafs die Stadt, oder doch diejenigen Häuser, so dem Meere am nächsten liegen, bei grofsen Seestürmen mehr als vor Alters mit Wasser überschwemmt werden; dafs ferner sich auf der *piazza grande* unter dem Steinpflaster seit unbekannten Zeiten ein gemeiner Wassergang befinde, der gewifs zu seiner Zeit dem Entzweck nach genutzt habe, nämlich das Regenwasser abzuleiten; wenn sich aber jetzt die Fluth einstellt, so hindert sie nicht allein den Abflufs, sondern steigt auch in den Platz. Sollten wohl, fragt er, die Alten bei Erbauung ihrer geschlossenen Stadt nicht darauf bedacht gewesen seyn, ihren Platz so hoch zu legen, dafs er nicht der Ueberschwemmung ausgesetzt werde?« Ich kann dafür nichts Anderes beibringen, als dafs auch Gruber von solchen Spuren der alten Stadt unter dem Meeresniveau spricht, und dafs in einer Anmerkung in Mainati's *Chroniche sacro-profano di Trieste*, 1817, Bd. I p. 109, gesagt wird, dafs sich auf der piazza grande auch der *pozzo del mare* befinde, der jetzt mit einem *unbeweglichen* Steine verschlossen sey. Mir scheint, Hacquet habe diesem Umstande nicht mit Unrecht Wichtigkeit zugestanden.

Demnächst sagt Donati in seiner *storia naturale dell' Adriatico*, dafs man in der Nähe von *Pola* auf der Ostseite ein Mosaik finde, welches bei mittlerem Wasserstande von demselben bedeckt sey. In Pola selbst erhielt ich die Nachricht, dafs das Meer sonst ungleich weiter von den nach der Hafenseite gerichteten Häusern gestanden habe, und mehr und mehr sich nähere. Viel-

leicht steht mit diesem Versumpfen der Küste auch die veränderte Luftbeschaffenheit im Zusammenhang, indem an diesem, zur Kaiserzeit glänzenden und reich bevölkerten Orte, der den Römischen Kaisern zum Sommeraufenthalt diente, und aus jener Zeit das bedeutende Amphitheater, die alten Thore, Tempel, Triumphbögen u. s. w. aufweist, die Malaria jetzt in der heifsen Sommerzeit furchtbare Opfer fordert (wie vor zwei Jahren, wo der dritte Mann starb), und die Gegend auf das Dürftigste bevölkert ist.

Verfolgen wir weiter die Küste nach Norden, so finden wir, in einiger Entfernung von derselben und am Südfufse des Monte maggiore, den aalreichen *Zepizher-See.* Dieser hatte sonst unterirdische Abflüsse; denn trotz dem, dafs er durch alle wasserreichen Quellen des Monte maggiore gespeist wurde, trat er nicht aus seinen Ufern; die Verdunstung konnte davon nicht allein der Grund seyn. Noch nicht seit gar langer Zeit hat er aufgehört abzufliefsen, das Wasser nimmt beständig zu, soll sogar salzig werden, und die versumpfenden Ufer verderben die Luft in der ganzen Gegend.

v. Liechtenstern führt in seinem Handbuch der neuesten Geographie des Oestreichischen Kaiserstaates, 1818, Bd. II S. 1827, an (was zwar keine Originalquelle zu seyn scheint): An der hohen, gröfstentheils felsigen Küste Dalmatiens scheint das Meer Eroberungen zu machen, wie sich wieder das Land an seiner Westküste zu erweitern scheint; denn an der ganzen Dalmatischen Küste trifft man von Wasser bedeckte Ruinen alter Gebäude und viele andere Gegenstände an, die das Zunehmen des Meeres auf dieser Seite beweisen.

Ferner sagt Hacquet (I. 49) »An der Küste von *Porto-Re* hat man Spuren bemerkt, dafs die See angewachsen sey, und mehr festes Land bedecke, indem man Zeichen von einem Kreuze u. a. dergl. in den Felsen angetroffen hat (ohne Zweifel Denkmale einiger Unglücke;

denn

denn die ganze Fahrt ist oft sehr gefährlich zwischen diesen Felsen). Von solchen Zeichen, die vor undenklichen Zeiten sind gemacht worden, ragen einige über die Oberfläche des Wassers hervor, andere aber sind schon unter derselben.«

Ueber *Fiume* sagt er (p. 50): »Man will versichern, dafs im vorigen Jahrhunderte kein Kaufmannsschiff in den Flufs hineingegangen wäre, wie es jetzt geschieht, indem der kleine Flufs immer tiefer wird, je mehr die See anwächst. Es ist noch nicht lange her, dafs man daselbst den Grund zu einem Hause gelegt hat, und mit dem Pilotiren auf einen Steinpfahl gekommen ist, der in einer beträchtlichen Tiefe, und vor vielen Jahrhunderten allda zum Anbinden hineingesetzt worden war.«

In einer kleinen Schrift: Dalmatien, eine Reiseskizze, 1820 (von Steinbüchel; aus den Wiener Jahrb. der Litter.), findet sich die Stelle: Bei *Castel Sussuraz* (nördlich von Zara?) findet sich im Meere selbst, dem Ufer ziemlich nahe liegend, ein vortrefflicher Marmorcippus, und aus den Buchstaben zu schliefsen, aus der besten Zeit. Die Einfassung rund um die Inschrift bilden Weinranken u. s. w.

Donati meldet: »Der Platz in *Zara* hat unter seinem jetzigen Pflaster 6 Fufs tief ein anderes, sehr schönes Pflaster von weifsen und rothen Marmorquadern, welches ich vor zwei Jahren zufällig sah, und diefs ist ohne Zweifel tiefer als das Niveau des Meeres. Ferner ist dort unter der Mauer, an welche das Meer schlägt, gegenüber den Franziskanern, ein Stück Mosaikpflaster, welches beständig vom Meere bedeckt ist; und dasselbe ist der Fall mit einem anderen, sehr langen Mosaikpflaster, welches sich bei *Dicio*, einer Stadt, nahe bei Zara, findet; und in demselben Orte sind einige grofse Gewölbe, deren Boden eher unter dem Meeresniveau ist. *Vor Zara*, sagt Donati ferner, liegen Aschenurnen, Lampen, Salbengefäfse und ähnliche Sachen in einem

Felde nahe am Meere, welches oft vom Meere sogar überschwemmt wird; und es ist ausgemacht, daſs die Alten (deren Aberglaube bei der Errichtung ihrer Grabmäler bekannt genug ist), nie einen Ort ausgewählt haben, der für einen Todten so ungesund zu bewohnen wäre.« — Cassas sagt in seiner *Voyage pittoresque et historique de l'Istrie et de la Dalmatie* über Zara: »Es ist sehr wahrscheinlich, daſs das Meer jetzt einen groſsen Theil der ehemals von dieser Stadt eingenommenen Stelle bedeckt, so daſs also wenig Hoffnung ist, auch durch Nachgraben mehre Monumente zu entdecken.« — Und endlich Fortis in seiner Reise in Dalmatien (I. 24), dem wir, nach Germar's Versicherung, glauben dürfen, trotz dem, daſs man ihm in Dalmatien miſstrauete, weil er unter den zu erforschenden Naturmerkwürdigkeiten gern den Weibern und Mädchen den Vorrang zugestand: »Das Meer nimmt beständig bei Zara überhand; wenn uns auch die hohe Fluth dessen nicht überzeugte, die nun bis an Orte hinauf steigt, welche sie nicht erreichen sollte, da sie aufgebaut worden, so beweist es das ehemalige Pflaster des öffentlichen Platzes, das weit tiefer ist, als die mittlere Höhe des Wassers, und die Ueberbleibsel beträchtlicher Gebäude, die man vor einigen Jahren entdeckt hat, da der Theil des Hafens, der Mondracchio heiſst, gereinigt wurde. Eine Menge von Dingen, die man längs dem Ufer des Adriatischen Meeres antrifft, die die zunehmende Erhöhung des Wassers beweisen, setzen die Sache auſser Zweifel. Das Meer drängt sich beständig weiter gegen das Land hinein, ungeachtet der Flüsse, die das Gestade verlängern, indem sie Schlamm und Sand bei ihrem Ausfluſs absetzen. Die Küste unseres Golfo mag sumpfig, sandig oder gebirgig und felsig seyn, so findet man längs derselben vergrabene Ruinen alter Gebäude, und täglich mehren sich die Beweisthümer der Erhöhung der Wasserfläche, entweder durch das Zurücktreten der Flüsse,

deren alter gewohnter Lauf gehemmt wird, oder durch das Unterfressen und Umstürzen der Hügel und Berge.«
Er spricht dann gegen die Annahme, daſs das Land sinke, eine ihm unzugängliche Vorstellung, und vertheidigt das Steigen des Meeres.

Bei Gelegenheit der Projecte über Entwässerung des *Vrana-Sees* und der Sümpfe in seiner Gegend, sagt Fortis (I. 41): »Gewiſs ist es, daſs die fortschreitende Erhöhung der Wasserfläche unseres Meeres, sie mag nun von dem Niedersinken des Bodens, wie es einige glauben, oder von einer allgemeinen Ursache abhängen, den Abfluſs dieser Wasser immer schwerer machen, und folglich den Umfang des Sees unmerklich vergröſsern wird. Hierin muſs auch begründet seyn, daſs das Wasser des Sees bis 1630 süſs gewesen ist, was man in einer Handschrift des Gliubavaz findet, der es aber der Eröffnung unterirdischer Gänge durch ein Erdbeben zuschreiben will.«

Bei *Zuri*, einer Felseninsel vor Sebenico, im Hafen Stupitza, finden sich nach Donati Aschenurnen im Meere.

In der angeführten Reiseskizze, S. 14, steht: Ganz an der äuſsersten Spitze der Insel *Vragnitza* sieht man, wenn man sie hart am Lande umfährt, in dem nicht sehr tiefen Meeresgrunde eine ganze Reihe von Steinsarkophagen, welche, regelmäſsig an einander gestellt, in einer Linie fortlaufen.

Auf der Insel *Bua* sieht man, nach Donati, Spuren von Mosaik, genau in der Höhe des Meeres.

In Giov. Lucio: *Memorie istoriche di Tragurio, ora detto Traù*, 1674, *p.* 2, findet sich folgende Beschreibung: »Der fünfte der sechs Hügel, welche Trau umgeben, liegt dem Ufer näher als die anderen, und bildet nur achtzig Schritt vom Meere gleichsam ein flaches Dreieck, auf dessen Spitze der Anfang der steinernen Brücke von funfzehn Bogen war, welche auf der andern

Seite sich an die Stadt schloſs, und 1648, nach dem Beginn des Krieges mit den Türken, zerstört wurde; und da bei dieser Gelegenheit der Kanal, welcher zwischen der Stadt und dem Festlande liegt, des Ausgrabens wegen trocken gelegt wurde, so erschien der ganze Grund schlammig, mit Ausnahme der Stelle, wo die Brücke stand, welche so steinig und fest war, daſs man sie fortschlagen muſste, und zu Jedes Verwunderung fanden sich die Pfeiler der Brücke, ohne irgend eine Beihülfe von Pfahlwerk oder andere Verstärkung des Fundamentes, ganz gewöhnlich aufgebaut, um die Bogen zu tragen und dem Andrang des Meeres zu widerstehen; woraus sich klar ergiebt, daſs diese Stelle so von der Natur gebildet worden war, und zugleich mit der Ebene der alten Stadt der Fuſs obenbesagten Hügels war, welcher im Kanal, der jetzt zum Hafen dient, endete; was sich noch aus der Gestalt der alten Stadt bestätigt, welche sich nach jenem Theile, wo die Brücke stand, zusammenzieht. Daher muſs die Stelle, wo man heut zu Tage die alte Stadt Tragurium sieht, *vor Zeiten eine Halbinsel* gewesen seyn; woher es gekommen seyn wird, daſs der umliegende Boden schlammig war, da er vom Meere bedeckt war, welches am Fuſs der beiden äuſsersten Hügel durch eine gerade Linie und durch das krumme Ufer des Festlandes eingeschlossen war. — — Da also die Halbinsel zur Insel gehört, so ist es nicht zu verwundern, daſs sie von einigen Autoren zu den Inseln gerechnet worden ist; nicht zu vergessen, daſs diese Zunge, welche einst die Stadt mit dem Continente verband, so niedrig gewesen seyn kann, daſs sie beim *Zunehmen des Meeres* von diesem bedeckt oder fortgewaschen worden ist, und so eine Insel entstanden.« — Er führt an, daſs der Kaiser Constantinus Porphyrogenites in seinem Werke *De administratione imperii* sagt: »Tragurium sey eine kleine Insel, mit einer sehr schmalen Landzunge mit dem Festlande zusammen-

hangend, die *wie* eine Brücke den Bewohnern zum Uebergang dient.« Sie war demnach damals noch nicht unter Wasser.

Ueber *Stopretz*, das alte Epetium, östlich von Spalato, findet sich in der Reiseskizze die Stelle: »Die Stadt lag an der nördlichen Seite des Meerbusens, man sieht noch die Reste der Stadtmauern; wie bei Salona bestehen sie aus sehr grofsen, in länglichen Vierecken zugehauenen Steinen, und sind zum Theil auch unter Wasser.

Auf Blatt IX der Karte für die Küstenfahrt des Adriatischen Meeres steht: »Die Küste vom Hafen von *Spalatro bis zur Bucht* Xernovizza ist unzugänglich, mit untiefer See; ungefähr in der Mitte dieser Strecke liegt die kleine Bucht Radocevo, wo sich noch die Ruinen eines alten Hafens unter Wasser erhalten haben.

Fortis sagt in seiner Reise, Bd. II S. 152: »Ungeachtet des Kieses, den die Bergwasser am Ufer absetzen, scheint das Meer in dieser Gegend, bei *Macarska*, beständig zuzunehmen. Man sieht bei stillem Meer am Eingange des Hafens unter dem Wasser Ueberbleibsel einer Mauer, die vormals gewifs auf dem Trocknen ist aufgeführt worden. Die Klippe di San Pietro, die den Hafen deckt, erduldet von der Heftigkeit der Fluthen eine zwar langsame, aber beständige Zerfällung, so wie überhaupt alle Landspitzen dieser Küste. Der anstofsende Sumpf, in dem das Wasser, wegen Mangel des Abflusses, vormals stockte, giebt einen neuen Beweis der Erhöhung der Meeresfläche. Als man den Abzugkanal ausgrub, entdeckte man Ueberbleibsel eines prächtigen Grabmals und Stücke von schönen Säulen. Ich habe zu Macarska eine zierliche goldene Medaille gesehen, die aus dem Schutt dieser Gebäude herausgezogen, welche gewifs nicht auf sumpfigem Boden werden gegründet worden seyn.«

Und S. 167: »Am Ufer von *Xivogoschie*, bei Primoria, ist eine Inschrift im lebendigen Fels eingehauen,

in welcher nicht allein eines Brunnens, der ehemals dort hervorquoll, Meldung gethan wird, sondern auch eines Landgutes, das er wässerte. Heut zu Tage schlägt das Meer mit Gewalt gegen diese Felsen, und durch das wiederholte Anspülen des Ufersandes ist dieses schätzbare Denkmal beschädigt und zum Theil unleserlich geworden. Der Landsitz, der Garten, der Gang, der zu dieser Quelle führte, der, nach der Meinung des Girolamo Zanetti, dem Kaiser Licinianus zugehörte, sind gänzlich vom Meere überdeckt worden. — Der Fluſs Narenta und die Ebene, die er durchläuft, in welcher die Ueberreste der Stadt Narona begraben liegen, liefern ferner einen Beweis. Das Wasser, das durch die Erhöhung des Meeres in seinem Laufe aufgehalten wird, setzt um den Ausfluſs der Narenta eine Menge Sandbänke ab, die niedrige und sumpfige Inseln bilden; allein das Meer hält sich für diese anscheinende Verlängerung des Ufers schadlos, indem es täglich weiter in das Fluſsbett hinaufsteigt, und das Wasser zwingt, sich in der umliegenden Gegend auszubreiten. Diese vormals an Getraide so fruchtbare und von einer blühenden Stadt beherrschte Gegend, ist heut zu Tage nichts als ein weiter und ungesunder Sumpf, in dem ein kleines und elendes Volk kümmerlich sein Leben durchbringt.« — Und S. 170: »Vor dem Vorgebirge di S. Georgio sieht man auf seichtem Grunde einen Haufen antiker Urnen, die auf's Wenigste seit 14 Jahrhunderten auf diesem Platze liegen müssen; viele von diesen Urnen sind weit von dem groſsen Haufen zu 4, 3, 2 hoch zerstreut. Sie sind nicht vergraben, sondern ragen mehr als zur Hälfte aus dem Boden heraus.«

Maillet im *Telliamed* (*I.* 48) berichtet: »In Dalmatien an der Citadelle von Castelnuovo, im Busen von *Cattaro*, soll man zu Anfange des 18. Jahrhunderts während der Arbeiten an den Festungswerken, zehn Fuſs

unter dem Grunde alten Mauerwerkes, einen eisernen, vom Rost verzehrten Anker gefunden haben.«

Auf der Insel *Lissa* findet man, nach Fortis (II. 229), beim Flecken Lissa, Fufsböden von Mosaik, die zur Zeit der Fluth vom Meere überdeckt werden. Und Donati sah dort ein antikes Gebäude, welches jetzt ein Theil eines Klosters ist; und dessen Unterbau ist meist in der Höhe des Meeresniveaus. Auf derselben Insel, im östlichen Theile findet sich eine Mosaikbekleidung vom Meere bedeckt. Kurz zuvor sagt er: »Wie sehr die Alten bedacht gewesen sind, die gesundesten Orte auszuwählen, um ihre Gebäude dort aufzuführen, wissen wir von Varro und Vitruv; und Einer wie der Andere bemerkt ausdrücklich, wie nothwendig es sey, sie nicht an sumpfigen oder feuchten Orten zu bauen. Wenn sie *solche* Orte vermieden, mufsten sie sich um so mehr vor denen hüten, welche vom Wasser beständig bedeckt werden, als den gefährlichsten und völlig unbewohnbaren. Und wenn dem so ist, warum finden sich jetzt so viel antike Gebäude, deren Fufsboden gewöhnlich vom Wasser bedeckt ist?«

Endlich findet sich in Berghaus Hertha, Bd. X, 1827, S. 505, die Anmerkung: »Es ist merkwürdig, dafs in Dalmatien fast alle gröfsere Städte, Zara, Sebenico, Trau, Spalatro, Lesina, Ragusa, Dulcigno, ihre Stelle verändert haben, so dafs man neben der blühenden gegenwärtigen Stadt in einiger Entfernung die Trümmer der zu einem Dorfe herabgesunkenen alten antrifft.« Sollte der Grund davon nicht, aufser der in den zahlreichen Kriegen mit den Türken und Venetianern vielleicht als unzureichend erwiesenen Sicherheit der ersten Anlage, im Zunehmen des Meeres zu suchen seyn?

Nicht mehr an der Dalmatischen Küste, sondern mehr im Innern Albaniens findet sich bei Janina ein seichter See, der von den Alten nicht gekannt [1]), und

1) v. Hoff, Bd. II S. 178.

daher neuerer Entstehung zu seyn scheint; auf seinem Grunde hat man Spuren alter Bauwerke gesehen. — Diese Thatsache scheint nur durch ein locales Einstürzen erklärt werden zu können.

Ich will die genannten Punkte noch einmal zusammenfassen; es waren an der *Italiänischen Küste* Ciparum, Concha, Ravenna, Venedig; in *Istrien* Triest, Pola mit der nächsten Umgebung, und der Zepizher-See; im *Golf von Quarnero* Porto-Re und Fiume; *an der Morlacchischen und Dalmatischen Küste* Castel Sussuraz, Zara, Diclo, der Vrana-See, Trau, Stopretz, die Gegend von Spalato, die Gegend bei Macarsk und die von Primorie; zuletzt *unter den Inseln* Zuri, Vragnitza, Bua und Lissa.

Eine einzige [1]) Notiz kenne ich, welche mit all diesen im Widerspruch steht. In Büsching's Geographie, Bd. IV S. 220, findet man: »Nona, das alte Aenona, eine uralte, sehr verfallene Stadt, welche auf einer Insel in einem Sumpfe steht, der ehedessen grofse Schiffe tragen konnte, und ein Hafen war.« Ich weifs nicht die Quelle dieser Nachricht, und lasse sie daher hier unberücksichtigt.

Als man noch ein allgemeines Steigen des Meeresspiegels vermuthete und annahm, dienten alle diese Thatsachen als überzeugende Beweise dafür; jetzt aber mufs man sie mit anderen Erfahrungen in Zusammenhang bringen, da die Annahme der Meereserhöhung nur eine An-

1) Eine andere scheinen Plinius Worte zu geben (*lib. II. c.* 89): *Epidaurus et Oricum insulae esse desierunt.* Da Oricum an der Küste von Epirus lag, nahmen v. Hoff und Partsch auch das Epidaurus für das im Adriatischen Meere liegende, das jetzige Ragusa vecchia; wahrscheinlicher ist bei dem, ohne nähere Bezeichnung genannten Namen das berühmteste unter den drei alten, also genannten, gemeint, das jetzige Malvasia, an der Küste von Laconica, das, nach Coronelli (Beschreibung von Morea, 1687), auf einer hohen Felseninsel liegt, durch eine Landzunge und eine Brücke mit dem Festlande verbunden.

nahme geblieben ist. Die nächste Ursache wird man jetzt in einem Sinken des Bodens an all den einzeln angeführten Stellen suchen, wie man ja auch einst fälschlich ein *locales* Heben der Schwedischen Küste an all den einzelnen Punkten hat annehmen wollen, welche zum Beweise angeführt worden sind, dafs die *ganze* Küste gehoben worden ist und noch gehoben wird. Wer die Dalmatischen Terrainverhältnisse kennt, wird noch mehr darin bestärkt, wenn er die zahllosen Erdfälle berücksichtigt, welche das ganze Karstgebirge von Tulmino bis in's Capellagebirge hinein, welche ganz Istrien und Dalmatien in Trichter- oder Kesselform von gröfserem oder kleinerem Umfange und verschiedener Tiefe darbietet, und welche mit den häufigen und bedeutenden Höhlen des ganzen Gebirges in Zusammenhang zu setzen sind. Wenn er erwägt, dafs so bedeutende Erdfälle sich ereignen, wie im 14ten Jahrh., als der Berg Dobrazh, wie uns Büsching's Geographie lehrt, siebzehn Ortschaften begrub, so liegt es am Ende nicht fern, zu meinen, die ganze Dalmatische Küste verdanke ihre jetzige Gestalt ursprünglich ungeheuren Einstürzen; und wenn sich auch nicht Jeder mit dem verdienstvollen Hacquet genöthigt sieht, einen durch Einsturz aufgehobenen früheren Zusammenhang zwischen dem Monte maggiore in Istrien und dem drei Stunden von ihm entfernten Schneeberge in Krain anzunehmen, so kann man doch z. B. in dem Berge auf der Nordspitze der Insel Veglia, der, nach Germar, einem ganz conformen, ihm entsprechenden Berge auf dem Continente gegenübersteht (ein Beispiel, wie sich dem darauf achtenden Reisenden gewifs unzählige auf diesen Inseln bieten würden), eine Beglaubigung der ausgesprochenen Meinung suchen; denn die Wichtigkeit solcher einander entsprechender Berge für die Erlangung geologischer Resultate ist schon im vorigen Jahrhunderte von den ausgezeichnetsten Geognosten hervorgehoben. Und ferner sind die *schroffen Wände*,

die das Meer hier fast überall bespült, die im Allgemeinen, nach Germar's Nachrichten, *einander gegenüberstehen*, indem die Dalmatischen Ketten nach Osten einen Abfall haben, während der Monte maggiore und die Ketten der nördlichen Inseln sich nach Westen mehr allmälig abdachen, und die fast überall sich findenden mächtigen Tiefen des Wassers, welche die Charte des Gen. Quart. Meist. Stabes nachweist, eine Bestätigung, der wir ihre Bedeutsamkeit nicht absprechen können.

Aber solche Begebnisse, ja nicht einmal die Erdfälle, welche hier *immer* eine kesselförmige Gestalt haben, und in der Regel tief sind, und sich überdiefs, nach Germar, im südlichen Dalmatien *nicht* finden, scheinen dennoch bei näherer Vergleichung mit all den angeführten Thatsachen nicht gleich gestellt werden zu können. Keiner derselben deutet auf eine Lochbildung durch darunter gelegene Höhlen, sondern überall zeigt sich eine allmälige Veränderung, und nur um wenige Fufse im Lauf von Jahrhunderten. So dafs die Vorstellung eines allgemeinen Sinkens dieser ganzen Küste, die, wie Donati sagt, ein einziger zusammenhängender Marmorfels ist, nichts weniger als fernliegend erscheint, um so mehr, da sie bei dem jetzigen Standpunkte unserer geologischen Kenntnisse nicht beispiellos ist.

Der Grund eines solchen Vorganges kann nur in vulkanischen Kräften, welche auf den Erdboden in dieser Gegend wirken, zu suchen seyn, und es mag hier kurz zusammengestellt werden, was darüber bekannt ist.

Von den diese Länder betreffenden Erdbeben, welche zum Theil bei v. Hoff zu finden sind, nenne ich: das von 342, durch welches *Durazzo* an der Albanischen Küste zu Grunde ging, welches Schicksal einige Italiänische Städte theilten, und wobei Rom drei Tage zitterte. — Mainati's *Croniche di Trieste* (*I.* 258) berichtet von einem fürchterlichen Erdbeben im Jahre 1000, wobei mehrere Städte und Schlösser untergingen, und

das von der Erscheinung eines schrecklichen Kometen in Gestalt eines Drachen begleitet wurde. — 1117 und 1510 litt *Venedig* stark. — 1567 litt Cattaro. — 1511 am 26. März, erzählt Mainati (III p. 32) von einem Erdbeben in *Triest*, bei welchem viele Wände, Häuser, zwei Thorthürme u. s. w. einstürzten, und bei welchem das Meer so bedeutend anwuchs, dafs die Einwohner aus Furcht sich auf die Berge zogen. Dasselbe fühlte man in Udine und Tolmino [1]). — 1648 litt *Zengg* im Quarnerischen Meerbusen. — 1667 wurde *Ragusa* ganz zerstört, und Venedig, Rimini, Ancona, Neapel und Smyrna litten zugleich. Durch die folgenden Jahrhunderte sind die überlieferten Nachrichten von Erdbeben *sehr* zahlreich; 1781 litt Venedig zugleich mit Bucharest. — Die Fischer von Lissa versicherten Fortis (II. 236), dafs diese Insel häufig Erdbeben erleide; und die Insel Meleda ist durch ihre, von Erdbeben begleiteten Detonationen bekannt genug geworden.

Bei Apollonia in Albanien findet sich ein brennender Berg, wie bei Baku, und über 40 Fufs mächtige Asphaltlager [2]), und die Spuren von Erdöl, Naphtha etc. (wenn diese hierher gehören) sind an der Dalmatischen Küste häufig.

Der bei Knin von Fortis (I. 168) als vulkanischer Hügel bezeichnete Capitul, den er, der Gestalt

1) Von zwei anderen bedeutenden Ueberfluthungen Triest's berichtet Mainati, I. 106 und III, von denen die erste (zu unbekannter Zeit) 18 Fufs hoch stieg, und einen alten Hafen dieser Stadt zerstörte; die zweite sich 1644, am 19. Mai, ereignete, bei welcher die Barken durch die Strafsen schwammen und das Wasser in den Magazinen grofsen Schaden verursachte. Ob diese hierher gehören, bleibt unentschieden; denn sie können eben sowohl Wirkungen der Winde seyn (durch welche, in Zach's Correspondenz, Bd. 26 S. 131, die plötzlichen Wasserentleerungen des Marseiller Hafens, welche sich einigemal ereignet haben, erklärt werden), als ihre Ursache eine submarine seyn kann.

2) v. Hoff, Bd. II S. 176.

und den Gesteinen nach, mit den ihm sehr wohl bekannten Euganeischen Hügeln verglich, ist von Lovrich (*Osservazzioni sopra diversi pezzi del viaggio di* Fortis) und von Partsch (Bericht über das Detonationsphänomen auf der Insel Meleda) nicht als ein solcher erkannt; die Gypsberge aber in der dortigen Gegend sind unbestritten geblieben.

In Justi's Geschichte des Erdkörpers (S. 135) wird eine Begebenheit erzählt, der v. Hoff nicht Erwähnung thut: dafs sich nämlich 1713 unter den kleinen Inseln vor Venedig, unter Erscheinung von Flammen, Rauch und den heftigsten Schlägen, eine Insel erhoben habe, wodurch die Anwohner von den nächsten Inseln verjagt wurden; erst nach vier Wochen nahm das Phänomen ein Ende, und endlich wurde die Insel bewohnt. Und nach noch nicht zwei Jahren wiederholte sich die Erscheinung, und eine zweite Insel bildete sich unter denselben Umständen; diese beiden Inseln sind jetzt, wie die übrigen, bewohnt und bebaut.

Santa Maura, schon aufserhalb des Adriatischen Meeres, unter den Jonischen Inseln, welche in der Richtung der Trachytspalte liegt, die Hr. v. Buch von Santorin über Milo und Poros zieht, und welche zugleich nach dem südlichen Italien weist, wurde (v. Hoff, II. 179) 1804 und 1820 auf das Heftigste erschüttert, und in ihrer Nähe entstand eine kleine Insel. Auch die übrigen Jonischen Inseln haben häufige Erdbeben zu erdulden.

Aus alle dem ist ersichtlich, in wie hohem Maafse das Adriatische Meer der Einwirkung vulkanischer Kräfte ausgesetzt ist, und werfen wir einen Blick auf die etwas entfernteren Gegenden, so finden wir es im Norden umkränzt von Punkten, an denen eine verhältnifsmäfsig neue vulkanische Thätigkeit nachgewiesen werden kann. Denn verbindet man die vulkanischen Massen in Siebenbürgen, Nord-Ungarn, am Platten-See, in

Steyermark, in den Euganeen, im Florentinischen und die Gegend des Vesuvs, so liegt die Dalmatisch-Istrisch-Venetianische Küste zwischen diesem Halbkreis.

Ich habe geglaubt, diese Verhältnisse verdienten wohl den Versuch, die Aufmerksamkeit und das Interesse auf sie hinzulenken; und wenn einst strenge Untersuchung der Oertlichkeiten vorhanden seyn wird, haben wir vielleicht auch ein Beispiel mehr von der fortbestehenden Wirksamkeit der ungeheuren Kräfte, welche einst die Continente aus der Tiefe hervorhoben. Dann würde es freilich, streng genommen, auch erst Zeit seyn, einen weiteren Zusammenhang dieser Erscheinung mit anderen bekannten anzudeuten, was mir besonders auf zwei Weisen möglich scheint. Zuerst sind zwei Thatsachen allgemein anerkannt und beglaubigt: daſs die Schwedische Küste sich erhebt, und daſs unter den Spaltungsrichtungen, in welchen die vulkanischen Kräfte sich Bahn brachen, die von Nord nach Süden gehende keine der seltneren ist, indem z. B. die Skandinavischen Gebirge und ein Theil der Cordilleren, welche beide als neu unter den übrigen Gebirgen gelten, die noch thätigen Vulkanenreihen in Ost-Asien, der Ural, diese Richtung haben. Verlängern wir nun die von Nord nach Süden gehende Spalte, aus der sich die Schwedische Küste erhebt, so treffen wir, die Masse plutonischer Gesteine im Centrum Deutschlands durchziehend, auf die Dalmatische Küste, und ferner auf den Vesuv und den Aetna. Dieſs könnte also als eine Richtung erscheinen, in welcher es den unterirdischen Gewalten möglich ist, noch jetzt verändernd auf die Erdrinde einzuwirken, und wenn sie ihre Kraft unter Schweden und den südlichen Theil Italiens concentrirten, so läſst sich begreifen, wie für eine dazwischen liegende Strecke der untere Gegendruck, kurz die Verhältnisse im Innern so beschaffen seyn können, daſs ein allmäliges Einsinken vor sich geht. — Ein wahrscheinlicherer Zusammenhang wird uns aber zwei-

tens in der übereinstimmenden Richtung der Dalmatischen Ketten mit den Apenninen, der vulkanischen Linie vom Vesuv bis in's Florentinische hinauf, der vom Aetna über Corsika nach den Ost-Pyrenäen angedeuteten, und den Reihen-Vulkanen auf den Griechischen Inseln an die Hand gegeben, und somit eine Verbindung mit dem großen Mittelmeerischen Vulkanzuge dargelegt.

XV. *Ueber die Zusammensetzung des Bienenwachses; von H. Hefs.*

(Aus dem *Bulletin scientifique* der St. Petersburger Academie vom Hrn. Verfasser mitgetheilt.)

Im Laufe meiner Untersuchung über die Zusammensetzung der Zuckersäure [1]) habe ich stets beobachtet, dafs, wenn ich mich zu deren Bereitung des Roggen-Satzmehls bediente, nach dem Erkalten der sauren Flüssigkeit, welche aus der Wirkung der Salpetersäure hervorgeht, eine fette Substanz auf derselben schwamm. Diefs fand nicht statt, wenn ich Kartoffel-Satzmehl oder Zucker anwandte. Diese fette Substanz ähnelt dem Wachs ein wenig, ist löslich in Alkohol und besonders in Aether. Sie verbindet sich leicht mit Alkalien; die Verbindung ist löslich in Wasser und wird von Säuren zersetzt.

Gereinigt durch Lösung in Alkohol, lieferten 0,439 der Substanz bei der Analyse: 1,165 Kohlensäure und 0,48 Wasser; diefs giebt:

Kohlenstoff	73,37
Wasserstoff	12,14
Sauerstoff	14,49
	100,00.

1) S. Ann. Bd. XXXXII S. 347.

Diefs Resultat, selbst als richtig angenommen, konnte zu keinem Schlusse führen. In der That, da diese Substanz durch Einwirkung der Salpetersäure erhalten worden war, so konnte ihre ursprüngliche Zusammensetzung durch ein so mächtiges Agens abgeändert worden seyn. Leicht war also die Voraussetzung, dafs sie nur ein Product der Einwirkung von Salpetersäure auf Wachs sey. Indefs, wie immer, wenn es sich um den Beweis der Abkunft einer Substanz handelt, war es unumgänglich, die Zusammensetzung der ursprünglichen Substanz mit Gewifsheit zu kennen. Ich war daher vor allem genöthigt, diesen Ausgangspunkt zu verificiren, und die zu diesem Behufe angestellten Untersuchungen sind es, welche ich die Ehre habe, heute der Academie zu übergeben, mir vorbehaltend, dieselbe späterhin mit den Oxydationsproducten und dem Sättigungsvermögen des Wachses zu unterhalten.

Es ist, glaube ich, nicht mehr zweifelhaft, dafs das Wachs, dessen sich die Bienen zur Erbauung ihrer Zellen bedienen, keine Veränderung durch diese Insecten erlitten hat. Es ist blofs gesammelt, und, allem Vermuthen nach, aus sehr verschiedenen Pflanzen. Schon mehr als ein Mal hat man versucht die Zusammensetzung des Wachses zu bestimmen; folgende Tafel zeigt die von verschiedenen Personen erhaltenen Resultate:

	Gay-Lussac u. Thénard [1]).	Th. de Saussure [2]).	Oppermann [3]).	Ettling [4]).	
Kohlenstoff	81,781	81,607	81,291	81,15	80,01
Wasserstoff	12,672	13,859	14,073	13,75	13,58
Sauerstoff	5,544	4,534	4,636	5,99	6,14

1) *Traité de chimie par* L. J. Thénard, *6me ed.* 1835, *T. IV p.* 477.

2) *Ann. de chimie et de phys. T. XIII p.* 340.

3) *Ann. de chimie et de phys. T. XLIX p.* 224.

4) Annalen der Pharmacie, Bd. II S. 267.

Allein John hat beobachtet, dafs das Wachs zwei Stoffe enthalte, einen mehr, einen weniger in Alkohol löslichen. Den ersten nannte er *Cerin*, den zweiten *Myricin*. Diefs Resultat wurde allgemein angenommen, und schien durch die Untersuchungen der HH. Boudet und Boissenot [1]) aufser allen Zweifel gestellt, da diese fanden, dafs das Cerin verseifbar sey und von den Alkalien in Margarinsäure und Ceraïn umgewandelt werde. Endlich analysirte Hr. Ettling das Cerin, das Myricin und das Ceraïn; er fand die beiden letzten Substanzen isomer, und gab für ihre Zusammensetzung die Formel $C^{18}H^{38}O$. Auch sagt er, obwohl ohne Beweise darüber zu geben, dafs sich durch Verseifung des Cerins Margarinsäure bilde.

Man weifs, wie schwierig es ist, für die Zusammensetzung einer Substanz von etwas hohem Atomgewicht eine Formel zu geben. Weit schwieriger noch gelangt man zum Ziel, wenn man das erhaltene Resultat nicht durch directe Bestimmung des Atomgewichts bestätigen kann. Das Wachs ist ein solcher Fall, und überdiefs läfst es sich schwer verbrennen.

Das vor den Vervollkommnungen der Analyse von den HH. Gay-Lussac und Thénard erhaltene Resultat erklärt sich von selbst.

Das von Herrn de Saussure gegebene Resultat nähert sich so sehr der Wahrheit, dafs es ihm erlaubte, das im Wachs vorhandene Verhältnifs zwischen der Atomen-Anzahl von Kohlenstoff und Wasserstoff wahrzunehmen. Aus der Note, die sich auf der citirten Seite befindet, ersieht man deutlich, dafs Hr. Saussure diefs Resultat nicht aufgegeben haben würde, wenn ihn nicht die Arbeit von John davon abgebracht hätte. De Saussure machte seine Analyse mittelst Sauerstoff.

Hr. Oppermann und Hr. Ettling erhielten beide zu viel Wasserstoff.

Da meine Untersuchungen über die Oxydation des

1) *Traité de chimie par* L. J. Thénard, *T. IV p.* 462.

Wachses mir gezeigt hatten, dafs sich dabei eine fette Säure bildet, so vermuthete ich, dafs diese Säure wohl nichts anderes sey als das, was man für Mangarinsäure genommen hat. Ich versuchte daher aus Bienenwachs, welches ich selbst aus einer Wabe genommen hatte, auf die gewöhnliche Weise Myricin zu erhalten. Dabei fand ich, dafs frisches Wachs wenigstens zu 0,9 aus Myricin besteht. Auch der vom Alkohol nicht gelöste Theil enthielt noch Myricin, und über die Gegenwart einer Säure blieb ich in Zweifel.

Das so erhaltene Myricin war hart, spröde, gelb, ohne den Geruch des frischen Wachses zu besitzen. Es schmolz bei 65° C.

I. 0,33 gaben 0,973 Kohlensäure und 0,393 Wasser
II. 0,349 - 1,028 - - 0,42 -

Aus diesen Analysen folgt:

	I.	II.	Berechnet.	Atome.
Kohlenstoff	81,52	81,44	81,38	20 = 1528,70
Wasserstoff	13,23	13,37	13,28	40 = 249,59
Sauerstoff	5,25	5,19	5,34	1 = 100,00
	100,00	100,00	100,00	1 At.

Die Formel für die Zusammensetzung des Wachses ist also $C^{20}H^{40}O$.

Diesem Resultat nähert sich das von Hrn. Saussure so sehr, dafs es offenbar nur in dem mifslichen Punkt, dem Wasserstoff, von ihm abweicht.

Vergleicht man nun die zu Anfange für das oxydirte Wachs gegebene Zusammensetzung mit der des Myricins, so findet man, dafs ersteres Kohlenstoff und Wasserstoff in demselben Verhältnifs einschliefst, wie letzteres, denn:

$$C : H^2 = 73,37 : 11,97.$$

Allein 100 Theile Kohlenwasserstoff sind im Myricin mit 5,64 Sauerstoff verbunden, im oxydirten Wachs, welches ich *Ceraïnsäure* nenne, mit $3 \times 5,64 = 16,9$.

Berechnet man die Zusammensetzung der *Ceraïnsäure*, von diesem Verhältnifs ausgehend, so findet man:

	Versuch.	Rechnung.	Atome.	
Kohlenstoff	73,37	73,55	20	= 1528,70
Wasserstoff	12,14	12,00	40	= 249,59
Sauerstoff	14,49	15,44	3	= 300,00
	100,00	100,00	1 At. [1]).	

Diese Ansicht liefs mich vermuthen, dafs das Wachs wohl eine einfache Substanz seyn könne, die zuweilen eine unbestimmte Menge von oxydirtem Wachs oder Ceraïnsäure enthalte. Um meine Zweifel hierüber aufzuhellen, nahm ich gelbes Wachs (das nach dem gewöhnlichen Verfahren gebleichte Wachs ist nothwendig etwas oxydirt), und behandelte es kalt mit Aether, welcher es gröfstentheils entfärbte und zu kleinen, sehr zarten Krystallflitterchen zertheilte.

Das so behandelte Wachs wurde auf ein Filter gebracht, und, nachdem die gelbe Lösung abgetröpfelt war, mit einer neuen Menge Aether behandelt. Das jetzt noch ungelöste Wachs wurde durch Filtration abgeschieden und darauf zwei Mal mit Wasser geschmolzen. Es war weifs, hart, spröde, und schmolz zwischen 64° und 65° C.

I. 0,4035 Wachs gab. 1,179 Kohlens. u. 0,48 Wasser
II. 0,42 - - 1,228 - - 0,5 -

Diefs giebt:

Kohlenstoff	80,79	80,84
Wasserstoff	13,21	13,22
Sauerstoff	6,00	5,94
	100,00	100,00.

1) Ich behaupte nicht, durch diese Rechnung das wahre Atomgewicht dieser Substanz bestimmt zu haben, da hiezu ihr Sättigungsvermögen bekannt seyn müfste. Ich gebe es blofs als das einfachste Atomenverhältnifs und der Ideenverknüpfung wegen.

Der von der ersten Portion Aether gelöste Theil des Wachses wurde durch Destillation über Wasser davon getrennt. Dieser Theil des Wachses (der löslichste) war gelb, hatte stark den Geruch des frischen Wachses, dem er auch in allem glich; er schien etwas schmelzbarer als der Rest, schmolz bei etwa 64° C. [1]). Er wurde, um ihm einen Theil seines Farbstoffs zu entziehen, mit einer sehr kleinen Menge Aether behandelt, darauf geschmolzen und analysirt.

0,325 gaben 0,947 Kohlensäure und 0,385 Wasser, also:

Kohlenstoff	80,57
Wasserstoff	13,16
Sauerstoff	6,27
	100,00.

Diefs Resultat beweist, hoffe ich, dafs der erste, vom Aether gelöste Theil identisch ist mit dem letzten, dafs also das Wachs eine einfache Substanz ist, die keine Margarinsäure enthält, und dafs weder das Cerin, noch das Ceraïn existirt.

Man könnte vielleicht meinen, diefs Resultat sey nur gültig für das Russische Wachs; erwägen wir indefs, dafs Hr. de Saussure für die Zusammensetzung des Bienenwachses ein ähnliches Resultat wie das meinige erhalten hat, und berücksichtigen wir überdiefs die Arbeit des Hrn. Boussingault über das Wachs des *Ceroxylon Andicola* [2]), so finden wir uns nicht in dieser Meinung bestärkt. In der That fand dieser Chemiker für das

1) Gewöhnlich giebt man für das Wachs einen zu hohen Schmelzpunkt an. Ich bediente mich zur Bestimmung desselben einer ziemlich beträchtlichen Menge Wasser, die bis etwa 63° C. erwärmt worden. Wirft man darin sehr kleine Stücke Wachs, so nähert man sich sehr dem richtigen Schmelzpunkte. Man irrt sich, wenn man gröfsere Mengen anwendet.

2) *Ann. de chim. et de phys. T. LIX p.* 22.

Wachs, nachdem er es von dem begleitenden Harz getrennt hatte, die Zusammensetzung:

	I.	II.
Kohlenstoff	81,2	81,6
Wasserstoff [1]	13,1	13,3
Sauerstoff	5,7	5,1
	100,0	100,0.

Diefs Resultat stimmt vollkommen mit der von mir gegebenen Formel, so dafs kein Zweifel an der Einerleiheit des an den verschiedenartigsten Orten gesammelten Wachses übrig bleiben kann.

Wir verdanken indefs Hrn. Oppermann noch die Analyse zweier anderen Arten Wachs [2]). Für das von Japan giebt er folgende Zusammensetzung:

Kohlenstoff	70,97
Wasserstoff	12,07
Sauerstoff	16,96
	100,00.

Angenommen, diese Analyse sey in Betreff des Wasserstoffs mit einem fast gleichen Fehler behaftet, wie man ihn bei der Analyse des Bienenwachses findet, was sehr wahrscheinlich, weil dieser Fehler von der Manipulation abhängt, so findet man Wasserstoff und Kohlenstoff wiederum in demselben Verhältnifs, wie beim Bienenwachs: den $C : H^2 = 70,9 : 11,57$. In diesem Wachs finden sich 100 Th. Kohlenwasserstoff verbunden mit 20,4 Th. Sauerstoff, diefs ist etwas mehr als das $3\frac{1}{2}$fache vom Sauerstoffgehalt des Bienenwachses.

Für das Wachs aus Brasilien giebt Hr. Oppermann folgende Zusammensetzung:

1) Am angeführten Orte findet sich die Zahl 11,3. Ich habe mir erlaubt, sie, als einen offenbaren Druckfehler, zu berichtigen.

2) *Ann. de chim. et de phys.* XLIX *p.* 242.

Kohlenstoff	72,77
Wasserstoff	12,03
Sauerstoff	15,08
	100,00.

Sie stimmt genau mit dieser Ansicht, weil $C : H^2 = 72{,}87 : 11{,}896$, was von der gegebenen Zahl weniger abweicht als es die Gränze der zulässigen Fehler mit sich bringt. 100 Th. Kohlenwasserstoff finden sich darin vereint mit 17,7 Sauerstoff, ein Resultat, fast identisch mit dem von mir durch Behandlung mit Salpetersäure erhaltenen. Alle Kennzeichen, welche Hr. Oppermann dieser Substanz beilegt, stimmen vollkommen mit den von mir beobachteten. Es scheint mir demnach sehr wahrscheinlich, dafs ein und dasselbe Radical sich hier in zwei verschiedenen Oxydationsstufen befindet. Es wäre daher sehr interessant, genaue Nachweisungen über die Pflanzen zu erhalten, welche das Wachs von Japan, so wie das von Brasilien erzeugen, so wie über das Verfahren der Gewinnung desselben zu erhalten. Vielleicht lehrten sie uns, ob diese Oxydation von der Natur der Pflanze abhange, oder blofs von dem das Wachs erzeugenden Organ, oder endlich von der Zeit der Einsammlung. Eine für die Oeconomie der Pflanzen so wichtige Substanz, wie das Wachs, verdiente gewifs, dafs man sie einem gründlichen Studium unterwürfe.

XVI. *Unterscheidung des Arsenik- und Antimon-Wasserstoffgases; aus einem Schreiben des Hrn. Prof. C. Marx in Braunschweig.*

— Die Unterscheidung des Arsenik- und Antimon-Wasserstoffgases zum Behuf chemisch-gerichtlicher Untersuchungen hat Hrn. Simon nicht gelingen wollen (Annal. Bd. XXXXII S. 569). Sie ist jedoch gar nicht schwierig. Man hat nur nöthig, den schwarzen Fleck, den eines dieser brennenden Gase auf einem Porcellanscherben hervorgebracht, mit einem Tropfen Königswasser zu befeuchten, und dann einige Tropfen Schwefelwasserstoffwasser darauf zu bringen. Der sofort entstehende Niederschlag von Schwefelarsenik ist *rein citronengelb*, der vom Schwefelantimon entschieden *gelbroth*. Die Differenz ist auch bei den geringsten Spuren nicht zu verkennen. Diese Methode ist also der gewöhnlichen gerade entgegengesetzt; während man sonst erst sucht Schwefelarsenik zu erhalten und dieses zu reduciren, wird hier erst die Reduction vorgenommen und dann Schwefelarsenik gebildet. Aber hier ist die ganze Untersuchung erstaunlich einfach und in wenigen Minuten abgethan.

Gelegentlich möchte ich noch bemerken, daſs die im 11. Hefte höchst interessanten Beobachtungen des Hrn. G. Rose über die Bildung des Kalkspaths und Arragonits an eine verwandte, wenn gleich nicht weiter verfolgte Beobachtung von Dujardin erinnern (Annal. Bd. XXXIV S. 352).

XVII. *Einige Bemerkungen über den vegetabilischen Faserstoff und sein Verhältniss zum Stärkemehl; von M. J. Schleiden, Dr.*

Indem ich die folgenden Beobachtungen der Oeffentlichkeit übergebe, leitet mich dabei nur der Wunsch, dadurch geübte Chemiker zu veranlassen, eine Untersuchung aufzunehmen und durchzuführen, zu deren erfolgreicher Uebernahme es mir sowohl an umfassenden chemischen Kenntnissen, als besonders auch an Uebung im Experimentiren gebricht, während doch vorauszusehen ist, dafs sie unendlich folgenreich für die Wissenschaft werden kann.

Im zweiten Hefte des Wiegmann'schen Archivs (von 1838) gab ich eine kurze Notiz über die Umwandlung eines Theils der Holzfaser in Stärkekleister durch Behandlung mit Aetzkali. Durch das Interesse, das dieser Gegenstand nothwendig einflöfsen mufs, angeregt, und durch die bekannte, liebenswürdige Liberalität des Prof. H. Rose aufgemuntert und unterstützt, verfolgte ich diesen Gegenstand, so weit es meine oben erwähnte Unfähigkeit erlaubte, und lege in Folgendem den Chemikern die gewonnenen Resultate vor.

Zur Einleitung mufs ich hier einige Punkte aus der Pflanzenphysiologie voranschicken, um im Folgenden verständlicher zu seyn.

Die Wandung neu entstandener Pflanzenzellen [1]) besteht aus einem Material, welches freilich nur unter dem Mikroskop zu beobachten, doch aber so ziemlich zu charakterisiren ist. — Es ist weich, gallertartig, wasserhell, wird von Jod gar nicht gefärbt, von Alko-

1) Das Ausführliche hierüber findet man in Müller's Archiv für Physiologie, Bd. 1838, Heft 2.

hol nicht körnig (wie Gummi) niedergeschlagen, und verschwindet bei längerem Liegen in vielem destillirten Wasser völlig auf ähnliche Weise, wie der Stoff, den ich (am angeführten Orte) Pflanzengallerte genannt habe, wozu gröfstentheils Berzelius's Pflanzenschleim zu zählen ist, und welchen man besonders häufig in gröfster Reinheit in Orchisknollen und im Mark und Rindengewebe der Cacteen antrifft.

Bei dem allmäligen Wachsen der Pflanzenzelle erhärtet diese Substanz und verliert ihre Vertheilbarkeit in Wasser, aber nicht ihre übrigen Eigenschaften. Sobald die Zelle völlig ausgewachsen ist, verdickt sich ihre Wandung durch schichtenweise Ablagerungen auf dieselbe, und ich habe viele Gründe zu vermuthen, dafs diese secundären Ablagerungen ebenfalls anfänglich aus Pflanzengallerte bestehen. Für einzelne Gebilde habe ich dieses schon im Müller's Archiv l. c. wahrscheinlich zu machen gesucht.

Man mufs aber die auf diese Weise verdickten Zellen in zwei grofse Gruppen sondern, obwohl dieselben ihrer Form, ihren physikalischen und chemischen Eigenschaften nach nicht scharf von einander abgegränzt sind und Mittelformen in jeder Hinsicht vorkommen. — Es sind diefs 1) die Zellen, bei denen die Längendimension sehr überwiegt (Bastzellen, Gefäfse und Holz der botanischen Kunstsprache), und 2) diejenigen Zellen, bei denen keine Dimension eigentlich vorherrschend ist (das sogenannte Parenchym der Botaniker). Bei dem ersteren ist die Conformation der secundären Ablagerungen sehr verschieden, und die Wandungen, mit Ausnahme der sogenannten Gefäfse, im Verhältnifs zu ihrem Lumen sehr verdickt; die letzteren dagegen sind ihrem ungleich gröfseren Theile nach der Art, dafs die secundären Schichten durchlöchert sind und die Wandungen relativ dünn erscheinen. — Bei allen aber ist die Grundlage der secundären Bildungen die Spirale.

Wo nicht durch fremdartige Stoffe, die das Gewebe imprägniren, ein verschiedenes Resultat bedingt wird, reagirt die primäre Zellenmembran in keiner Pflanze und in keinem Pflanzentheile auf Jod. Die secundären Ablagerungen dagegen werden durch dieselbe stets mehr oder weniger gelb gefärbt, wodurch eine chemische Differenz dieser beiden Stoffe schon angedeutet wird. Dieses wird nun durch folgende Thatsache bestätigt. — Wenn man dünne Schnitte irgend einer Pflanze, je nach der Festigkeit der Substanz, mit dem 2- bis 8fachen Gewichte trocknen Kalis und einer gleichen Menge Wassers heftig aufkochen läfst, und dann bei schwächerem Feuer langsam abdunstet, bis die sich erhebenden Blasen sich mit einer Salzkruste bedecken, sodann die Masse gleich in Wasser auflöst, mit irgend einer Säure, am besten mit Schwefelsäure, bis zur schwach sauren Reaction übersättigt, und dann Jod zusetzt, so erscheint die ganze Masse des unzerstörten Holzes blau, bis in's tiefste Schwarzblau gefärbt.

Unter den Holzarten gelingt der Versuch am leichtesten mit Raspelspähnen von Kiehnsplint (*Pinus sylvestris*). Wenn man so glücklich war, in Allem gerade das rechte Verhältnifs zu treffen, wofür ich aber noch keine Regel geben kann, so besteht die Substanz aus höchst zarten, vereinzelten Fäserchen, nämlich aus den getrennten Holzzellen [1]).

1) Die Wände dieser Zellen erscheinen dann unter dem Mikroskop aufgequollen, gelatinös und mit schräg laufenden Spalten bezeichnet, die, wenn man sie in der ganzen Länge der Zelle in Verbindung gesetzt denkt, dieselbe in 2- bis 5spiralig aufgewickelte Bänder zerfällen würden. Das Lumen dieser Spalten ist ungefärbt und durchsichtig, während die Wand in ihrer ganzen Dicke wunderschön indigblau erscheint. Von den eigenthümlichen Poren der Coniferenzellen ist, von der Fläche gesehen, nichts mehr zu bemerken, da die Erscheinung des äufseren Ringes dieser Poren eben nur durch das Zusammenliegen zweier Zellen bedingt ist. Zwei Zellen liegen nun aber im Holze stets so an einander, dafs die Spalten sich kreu-

Wenn ich die so modificirten Zellen eine halbe Stunde lang im Agatmörser rieb, und dann kürzere oder längere Zeit (selbst eine Stunde lang) mit Wasser auskochte, konnte ich doch in dem abfiltrirten Wasser keine Stärke entdecken. Auch zeigte sich unterm Mikroskop, dafs nur hin und wieder eine Zelle (vielleicht schon früher durch den Schnitt) zerrissen war. — Wahrscheinlich ist die Unzerstörbarkeit der primären Membran Ursache dieser Erscheinung. — Dabei verloren aber die Zellen durch längeres Kochen in Wasser die Eigenschaft, durch Jod blau gefärbt zu werden, auch erschienen die Wände dann unter dem Mikroskop dünner.

Wenn sie nun aber zum zweiten Male mit Aetzkali abgedampft wurden, so reagirten sie abermals auf Jod, welche Eigenschaft sie aber wieder durch Kochen mit Wasser verloren und darauf noch dünnere Wände zeigten. — Wurde der Versuch zum dritten Male wiederholt, so löste sich fast alles zu Ulmin auf, und nur durch's Mikroskop entdeckte ich noch einzelne unzerstörte Zellen, die noch durch Jod blau gefärbt wurden.

zen, und der innere Ring der Poren entsteht aus den sich entsprechenden Theilen der Lumina zweier sich kreuzenden Spalten, was man freilich alles bei genauer Untersuchung auch am unversehrten Holze beobachten kann.

Uebrigens sind die Zellen des Coniferenholzes spindelförmig, wie bei allen Holzarten, und an beiden Enden *völlig* geschlossen. Bei *Pinus sylvestris* haben sie etwa die Länge von 0,4 bis 0,6 Par. Zoll.

Die dicksten Coniferenzellen, die ich kenne, aus üppig gewachsener Splinte von *Pinus sylvestris*, haben einen

Durchmesser (parallel der Rinde) von	0,00111	0,00213 P. Z.
Die Wände von	0,00005	0,00008 - -
Bleibt für ihr Lumen höchstens		0,00197 - -
Ein dünnes Frauenhaar hat		0,00300 - -

mindestens im Durchmesser. — Wenn daher Hr. Corda „über Spiralzellen" behauptet, dafs er in die porösen Zellen der Coniferen Menschenhaare eingeführt, und dadurch ihre Continuität auf Zoll- (!), Fufs- (!!) und Organen-Länge (!!!) nachgewiesen, so bleibt er darin dem Charakter seiner übrigen Arbeiten völlig getreu.

Bei der ersten Abdampfung wurde das Aetzkali kohlensauer und meist dunkelbraun (beim Lindenholz prachtvoll burgunderroth) gefärbt, welche Färbung aber durch Zusatz von Säuren gröfstentheils verschwand, wobei nur eine geringe Menge Ulmin gefällt wurde.

Mark- und Rindenzellengewebe von jeder Pflanze geben dasselbe Resultat leichter, und bei diesen erkennt man, wegen der vielleicht ohne Ausnahme überall vorhandenen gröfseren Poren (noch leichter bei Spiralfaserzellen), dafs die primäre Membran der Zellen, selbst bei dieser heftigen Einwirkung des Aetzkali, unverändert geblieben ist. Die auf diese Membran abgelagerten Verdickungsschichten zeigen übrigens durchaus alle die Farbennüancen von Weinroth bis in's dunkelste Veilchenblau, wie sie bei der Jodstärke vorkommen. Sehr leicht ist dieser Versuch auch mit zerkleinerter Leinwand oder Baumwolle anzustellen.

Braconnot giebt an, dafs wenn er Sägespähne mit gleichem Gewicht Aetzkali und Wasser zur Trockne abdampfte, im Augenblick des Aufblähens plötzlich fast die ganze Holzmenge aufgelöst und in Ulmin verwandelt werde. Ich mufs gestehen, dafs mir diefs nie hat glükken wollen, und dafs bei so geringer Menge Aetzkali ich fast immer die ganze Holzmenge unverändert fand.

Bei der Unmöglichkeit, die gebildete vermuthliche Stärke als Kleister darzustellen, bliebe ihre wirkliche Existenz, trotz der charakteristischen Reaction auf Jod, noch immer sehr zweifelhaft, wenn nicht der folgende Versuch die Sache wenigstens bis zum höchsten Grad der Wahrscheinlichkeit erhöbe.

Wenn man nämlich ungefähr 3 Theile concentrirter Schwefelsäure mit 1 Theil Wasser verdünnt in der Kälte etwa eine halbe Minute auf irgend ein Pflanzengewebe einwirken läfst, dann Jod zusetzt und das Ganze genau durch einander mengt, so erhält man ebenfalls eine kleine Menge durch Jod gefärbten Kleisters. — Am geeignet-

sten zu diesem Versuch sind zarte Schnitte des Markes und der jungen Rinde, oder irgend eines anderen parenchymatischen Theiles. — Man kann hier, wenn man durch zweckmäfsige Manipulation eine möglichst gleichzeitige Einwirkung der Schwefelsäure herbeiführt, selbst ziemlich bedeutende Mengen von Jodstärke erhalten. Nimmt man Holz zu diesem Versuch, so ist die gebildete Menge von Stärke meist zu geringe, um mit blofsem Auge erkannt zu werden. Unter dem Mikroskop sieht man leicht, dafs die Einwirkung der Schwefelsäure, von aufsen nach innen fortschreitend, zwar die ganze Masse nach und nach in Stärke verwandelt, die gebildete Stärke aber auch fast eben so schnell in Gummi umändert. — Dabei wird aber die primäre Zellenmembran ebenfalls zerstört, und, wie ich glaube aus einigen wenigen glücklichen Beobachtungen schliefsen zu dürfen, auch in Stärke umgewandelt.

Da nämlich die Schwefelsäure die vegetabilischen Stoffe eben so schnell verwandelt und auflöst, als durchdringt, so sieht man unter dem Mikroskop selten Zellen, die noch ihre Form und die Structur ihrer Wände behalten haben, und doch schon durch und durch in Stärke umgeändert sind. — Indefs ist mir diese Beobachtung doch einige Male an den Blättern von *Pleurothallis ruscifolia*, *Oncidium Cebolетta* und *altissimum* geglückt, und hier zeigte sich die Zellenmembran blafs-, die Spiralfiber aber dunkel-indigblau gefärbt.

Der Erfolg hängt hier überall ganz von dem Verhältnifs der Concentration der Schwefelsäure zu der Festigkeit des Gewebes ab, die bekanntlich in jeder Pflanze wie in jedem Pflanzentheile verschieden ist; und ich bin nicht im Stande, hierüber eine andere Regel zu geben, als durch Versuche das rechte Verhältnifs zu erforschen. — Um den auf diese Weise aus der Pflanzenfaser gebildeten Stärkekleister in einiger Menge isolirt zu erhal-

ten, nehme man zerkleinerte ungesponnene Baumwolle, feuchte sie mit destillirtem Wasser an, und drücke sie wieder aus, so dafs kein Wasser mehr anhängt. — Man breite sie dann in einer flachen Porcellanschale in eine dünne Lage aus, und benetze möglichst rasch und gleichzeitig die ganze Oberfläche mit der, wie oben angegeben, verdünnten Schwefelsäure. Nach höchstens einer halben Minute setze man reichlich Jodtinktur zu, reibe die Masse rasch mit einem Pistill, durch einander, und verdünne sie sogleich mit Wasser, worauf sich in Kurzem die Jodstärke zu Boden setzt, die man dann abfiltriren und weiter untersuchen kann.

Schon Braconnot hatte die Umwandlung der Pflanzenfaser in Gummi und später in Zucker vermittelst Schwefelsäure entdeckt, ihm war aber dabei entgangen, dafs diefs nur eine secundäre Verwandlung ist, und dafs die Holzfaser primär in Stärke übergeht, das gebildete Gummi und der Zucker also Stärkegummi und Stärkezucker sind.

Wenn man nun auf die alten Analysen der Holzfaser von Prout, Gay-Lussac und Thénard fufst, so unterscheidet sich dieselbe von der Stärke und den damit isomeren Stoffen durch einen Mindergehalt von 2 At. Wasser, Letztere $=C_{12}H_{20}O_{10}$, Erstere $=C_{12}H_{16}O_{8}$ gesetzt.

Wenn man aber erwägt, dafs Aetzkali und Schwefelsäure so ganz auf gleiche Weise die Holzfaser in Stärke verändern, wenn man ferner dieses Ergebnifs mit den bekannten metamerischen Verwandlungen der Stärke und so isomeren Körper zusammenhält, so wird wohl mehr als wahrscheinlich, dafs hier ebenfalls nur eine metamerische Umänderung stattgefunden. Es ist daher entweder die Annahme des Atomengewichts der Holzfaser, oder die der Stärke etc. falsch, oder beide sind es in der Art, dafs ihnen allen ein gleicher, noch nicht erkannter Stoff zum Grunde liegt, der in verschiedenen

Hydratzuständen und bei verschiedener Verdichtung so verschiedene physikalische und chemische Eigenschaften zeigt.

Uebrigens finden sich vom Faserstoff (besser vegetabilischer Membranenstoff), eben so wie von Stärke, Gummi, Zucker etc.; höchst mannigfache Modificationen, die als Unterarten eines allgemeinen näheren Pflanzenbestandtheiles angesehen werden können. Auf den großen Unterschied der primären Zellenmembran von den secundären Ablagerungen in ihrem Verhalten zu Aetzkali habe ich schon aufmerksam gemacht. — Beim Birkenholz hat es mir nicht gelingen wollen, durch Kochen mit Aetzkali die Umwandlung in Stärke zu bewirken, obwohl Schwefelsäure darauf eben so wie auf anderes Holz wirkt. Bei einigen zarteren Geweben, z. B. in den Blättern der tropischen Orchideen, beim Parenchym der Saftgewächse, genügt oft schon ein wenige Minuten anhaltendes Kochen in Aetzkali, um die Umwandlung der secundären Schichten in Stärke zu bewirken. — Andere Modificationen sind schon unter den Namen Medullin, Korkstoff, Fungin, stärkemehlartige Faser etc. bekannt. — Auch scheint der von Henry in der Macis entdeckte Stoff, der mit Jod eine purpurfarbene Verbindung eingeht, hierher zu gehören.

Dafs diese Untersuchung noch eine reiche Fundgrube für höchst interessante Entdeckungen ist, geht, wie ich glaube, aus dem Angeführten zur Genüge hervor, und ich wünsche nichts so sehr, als dafs durch diese Mittheilung ein Chemiker sich bewogen fühlen möchte, die Sache einer ernsten Prüfung werth zu halten.

Nachtrag. — Folgende Entdeckung, die ich vor einigen Tagen machte, bestätigt das Obige auf merkwürdige Weise. — Der sehr grofse Embryo von *Schotia latifolia* hat nämlich, mit Ausnahme der Oberhaut, lauter Zellen, deren Wände durch sichtbare concentrische Schichten sehr verdickt und von Poren durchbohrt sind. Sie enthalten nur etwas Schleim. — Schneidet man den Embryo durch, so löst er sich, mit Ausnahme der Oberhaut, völlig in Wasser auf, und dieses färbt sich dann durch Jod blau. — Kurz hier ist eine Pflanze, bei der das ganze Zellgewebe schon im natürlichen Zustande aus Stärke besteht.

XVIII. *Ueber die Substanzen, welche mit den Namen Haarsalz und Federalaun bezeichnet werden; von Carl Rammelsberg.*

Die S. 130 des vorigen Hefts mitgetheilte Untersuchung des alaunähnlichen Minerals von Kolosoruk bei Bilin, welches sich indefs bei näherer Prüfung frei von Alkali, und als *neutrale schwefelsaure Thonerde* erwies, führte mich zu der Analyse mehrerer ganz ähnlicher Substanzen, deren Mittheilung ich der Güte des Hrn. Prof. G. Rose verdanke. Sie gehören gröfstentheils zu der Klasse der natürlich vorkommenden Salze, welche die Mineralogen mit dem Namen Haarsalz, Federalaun, natürlicher Alaun zu bezeichnen pflegen. So verschieden auch ihr Vorkommen ist, indem einige in vulkanischen Gegenden, andere in Alaunschiefer, insbesondere dem der Steinkohlenformation, in der Alaunerde der Braunkohlenformation, noch andere in alten Grubenbauen gefunden werden, so scheinen sie doch fast alle als secundäre Bildungen betrachtet werden zu müssen, welche durch die Wirkung der Hitze oder der Atmosphäre sich erzeugt haben und noch fortdauernd bilden.

In Betreff ihrer chemischen Zusammensetzung zerfallen diese mineralischen Substanzen, meinen Untersuchungen zufolge, in drei Klassen:

1) Solche, die im Wesentlichen aus neutraler schwefelsaurer Thonerde bestehen. Aber obgleich diefs Salz der bei weitem am meisten vorwaltende Bestandtheil in ihrer Mischung ist, so habe ich bei keiner der untersuchten Abänderungen vergeblich auf Kali geprüft, wovon sie stets eine geringe Menge, jedoch nicht über 0,5 Proc. enthalten, während Natron und Ammoniak in ihnen nicht vorhanden sind. Dagegen zeigt sich stets ein Ge-

halt an Eisen*oxydul*, Manganoxydul, Kalk- und Talkerde, und obgleich diese Basen auch nur in geringen und sehr variirenden Mengen angetroffen werden, so zweifle ich doch nicht, daſs ein groſser Theil derselben als schwefelsaure Salze mit entsprechenden Quantitäten von schwefelsaurer Thonerde verbunden als Alaun darin enthalten ist. Ihre häufige Verwechslung mit wahrem Kalialaun kann nicht befremden, da sie sich bei flüchtiger Prüfung eben nicht sehr von ihm unterscheiden. Man erkennt sie indeſs an ihrer Leichtlöslichkeit in Wasser, und daran, daſs, wenn man diese Auflösung in zwei Theile theilt, den einen an und für sich, den anderen aber mit Zusatz von schwefelsaurem Kali der Verdunstung überläſst, jener eine prismatisch-krystallisirende Salzmasse, dieser deutliche octaëdrische Alaunkrystalle liefert. Folgende habe ich untersucht:

I. (Natürlicher Alaun) aus dem Braunkohlenlager von Friesdorf bei Bonn; in feinschuppig-krystallinischen Massen von weiſser Farbe, mit einem Anflug von Schwefel bedeckt.

II. (Haarsalz) aus dem Alaunschiefer von Potschappel im Plauenschen Grunde bei Dresden; theils in derben, durchscheinenden, theils in gleichlaufend faserigen Massen von Seidenglanz, graulich- und gelblichweiſs von Farbe.

III. (Haarsalz) aus der Alaunerde von Freienwalde im Aeuſsern dem früher beschriebenen Mineral von Kolosoruk sehr ähnlich. Es ist schon von Klaproth untersucht worden (Beiträge, III. S. 102), welcher darin 15,25 Thonerde, 7,5 Eisenoxydul, 0,25 Kali, und 77,0 Schwefelsäure und Wasser fand. Bemerkenswerth ist nur, daſs das von mir analysirte sich von diesem durch einen geringen Eisengehalt unterscheidet.

IV. (Natürlicher Alaun) von Socorro bei Santa Fé de Bogota in Columbien, welchen Al. v. Humboldt

boldt mitgebracht, in dichten, weifsen Massen von lebhaftem Seidenglanz; so wie

V. (Haarsalz) von Bodenmais, der Angabe nach ein sehr seltenes Vorkommen, und von gleicher Beschaffenheit wie III.; beide gehören, zufolge qualitativer Prüfung, ebenfalls hierher. Die Resultate der Untersuchung der drei erstgenannten sind:

	I.	II.	III.
Schwefelsäure	37,380	35,710	35,637
Thonerde	14,867	12,778	11,227
Eisenoxydul	2,463	0,667	0,718
Manganoxydul	—	1,018	0,307
Kalkerde	0,149	0,640	0,449
Talkerde	—	0,273	1,912
Kali	0,215	0,324	0,473
Kieselsäure	—	—	0,430
Wasser	45,164	47,022	u. Verl. 48,847
	100,238	98,432	100.

2) Solche, die im wesentlichen ein wahrer *Eisenoxydul-Alaun* sind, dessen ungeachtet aber ein wenig Kali enthalten. Hieher gehört:

I. (Federalaun) aus den Quecksilbergruben von Moersfeld im Zweibrückenschen, in zarten, gleichlaufendfaserigen Massen von gelblichweifser Farbe und ausgezeichnetem Seidenglanz, auf einem thonigen Gestein aufsitzend. Seine Untersuchung gab:

Schwefelsäure	36,025
Thonerde	10,914
Eisenoxydul	9,367
Talkerde	0,235
Kali	0,434
Wasser und Verlust	43,025
	100.

Die Verbindung $\dot{F}e\dddot{S}+\dddot{\bar{A}}l\dddot{S}^3+24\dot{H}$, welche auch künstlich dargestellt werden kann, erfordert:

Schwefelsäure	34,648
Thonerde	11,102
Eisenoxydul	7,591
Wasser	46,659
	100.

II. (Haarsalz) von Artern in Thüringen, so wie ein anderes, von einem mir nicht näher bekannten Fundort, beide von derselben äufseren Beschaffenheit, wie das vorige, scheinen, der qualitativen Prüfung zufolge, ebenfalls hieher zu gehören.

Auch ein von Berthier untersuchter Federalaun (Leonhard's Handbuch der Oryctognosie, S. 109) besitzt im Allgemeinen dieselbe Mischung.

3) solche, die im Wesentlichen nichts anderes als Bittersalz sind, und daher mit diesem Namen bezeichnet werden müssen. Als schwefelsaure Talkerde erwies sich mir ein Haarsalz von unbekanntem Fundorte, in parallel faserigen Massen, die Fasern zerbrechlich, so wie ein anderes aus den Quecksilbergruben von Idria, welches theils in langen und sehr dünnen, glänzenden Nadeln, theils in dickstänglichen Massen vorkommt. Dasselbe Resultat haben aber auch schon Klaproth [1]) und Stromeyer [2]) erhalten, von denen der Letztere aufserdem noch fand, dafs das Haarsalz von Calatayud und Neusohl hieher gehöre. Diese Salze sind zuweilen ganz rein, oft enthalten sie nur eine geringe Menge Kalk oder Eisen.

1) Beiträge, Bd. III S. 104.

2) Diese Annalen, Bd. XXXI S. 137.

XIX. *Ueber das Sabadillin; von Eduard Simon in Berlin.*

Unter diesem Namen hat Hr. Couerbe (*Annales de chimie et de physique*, *T. LII p.* 376) eine Pflanzenbase beschrieben, welche sich neben Veratrin im Sabadillsaamen befinden soll, und sich von diesem vorzüglich durch seine Löslichkeit im Wasser unterscheidet. Diese Base scheint indessen nichts anderes zu seyn als eine Verbindung von harzsaurem Natron mit harzsaurem Veratrin. Löst man sie in Wasser auf, welches durch Schwefelsäure sauer gemacht worden ist, und fällt diese Auflösung durch einen Ueberschufs von Ammoniak, so erhält man aus dem sogenannten Sabadillin reines Veratrin. Bei den grofsen Mengen von Veratrin, welche ich darzustellen Gelegenheit hatte (in den verflossenen drei Jahren habe ich beinahe 30 Pfund von dieser Pflanzenbase bereitet), habe ich sehr oft Gelegenheit gehabt, mich von der Wahrheit dieser Behauptung zu überzeugen.

Der nächste Grund zur Bekanntmachung dieser Notiz ist eine Anmerkung des englischen Uebersetzers meiner kleinen Abhandlung über das Jervin aus Poggendorff's Annalen (Bd. XXXXI S. 569) in das *Philosophical Magazine* (*N. S. T. XII p.* 29), in welchem derselbe die Vermuthung äufsert, dafs das von mir dargestellte Jervin mit dem Sabadillin identisch seyn könne. Beide haben indessen hinsichtlich ihrer Eigenschaften nicht die entfernteste Aehnlichkeit mit einander. Schon durch die leichte Löslichkeit des Sabadillins in verdünnter Schwefelsäure unterscheidet sich dasselbe hinlänglich vom Jervin, da vielmehr diefs letztere aus seinen Lö-

sungen durch Schwefel- und Salpetersäure niedergeschlagen wird, selbst bei sehr starker Verdünnung.

Es ist mir sehr unangenehm, dafs ein sehr sinnentstellender Druckfehler in meiner Abhandlung über das Jervin (Pogg. Ann. Bd. XXXXI S. 569) ohne Rüge nicht nur in einige deutsche Zeitschriften (z. B. in das pharmaceutische Centralblatt, 1837, S. 753), sondern auch in die englische Uebersetzung übergegangen ist. Es mufs nämlich statt alkalisches Extract alkoholisches Extract gesetzt werden, ein Druckfehler, der übrigens schon in Bd. XXXXII S. 176 von Pogg. Annalen verbessert ist.

XX. *Ueber die Einwirkung des Emulsins verschiedener Saamen auf das Amygdalin; von Eduard Simon in Berlin.*

Liebig und Wöhler geben in ihrer höchst interessanten Abhandlung über die Bildung des Bittermandelöls (Poggendorff's Annalen, Bd. XXXXI S. 360) an, dafs es ihnen nur geglückt sey, vermittelst der Behandlung des Amygdalins mit dem Emulsin der Mandeln blausäurehaltiges Bittermandelöl darzustellen, nicht aber mit dem vegetabilischen Eiweifs der Erbsen, Bohnen und einer grofsen Zahl verschiedener Pflanzenstoffe.

Ich habe das Emulsin aus verschiedenen Saamen auf folgende Weise bereitet: Die Saamen wurden mit Wasser zu einer concentrirten Emulsion gestofsen (1 Theil Saamen mit 8 Theilen Wasser); die Emulsion wurde colirt, und dann mit so viel starkem Alkohol vermischt, dafs das Ganze coagulirte. Das Coagulum wurde durch ein Filtrum von der Flüssigkeit getrennt, getrocknet, zu Pulver gerieben, so oft mit Aether digerirt, als derselbe noch fettes Oel aufnahm, hierauf mit Alkohol ausgewa-

schen, wiederum getrocknet und zum feinen Pulver gerieben.

Auf diese Weise habe ich mir das Emulsin aus folgenden Saamen dargestellt: 1) Aus bittern Mandeln (dasselbe schmeckt nicht im Mindesten bitter und nach Amygdalin, sondern vollkommen wie das der süfsen Mandeln); 2) aus süfsen Mandeln; 3) aus Mohnsaamen; 4) Hanfsaamen; 5) aus schwarzem Senf, und 6) aus weifsem Senf. Alle diese wurden in demselben Verhältnifs mit Amygdalin und Wasser gemischt; sie erzeugten *Alle* einen unverkennbaren Geruch nach Bittermandelöl, aber freilich nicht in derselben Zeit und in demselben Grade. Am stärksten wirkte in dieser Hinsicht das Emulsin der bittern Mandeln, beinahe eben so, aber nicht ganz so stark, das der süfsen Mandeln, weniger das des Mohnsaamens, bei welchem die Wirkung erst nach einigen Tagen eintrat, und noch weniger und langsamer, aber immer noch unverkennbar, das Emulsin der anderen Saamen.

XXI. *Ueber das Ertönen des Zinks bei Temperaturveränderungen. Aus einem Schreiben des Hrn. Prof.* Strehlke *an den Herausgeber.*

— Vor längerer Zeit theilte mir der hiesige Mechanikus Hirschmann mit, dafs dicke Zinkscheiben, auf glühende Kohlen gelegt, bei der Temperatur des schmelzenden Siegellacks vernehmbare Töne hören liefsen, welche aufhörten, wenn die Scheiben sehr heifs wurden. Ich habe vor einigen Wochen diesen Versuch über das Tönen des Zinks durch Temperaturdifferenz an einer, mehrere Linien dicken Kreisscheibe, und an einer gegossenen Stange, 2 Fufs lang, 16 Linien breit, 4,5 Linien Par. M. dick, wiederholt. Wenn man die in meh-

reren Punkten unterstützte Scheibe, und die auf zwei prismatischen Stegen ruhende Zinkstange [1]) durch eine darunter gestellte Spirituslampe erhitzt, so vernimmt man schon nach einigen Minuten einzelne hohe, ziemlich schnell auf einander folgende, entferntem Schlittengeläute nicht unähnliche Töne. Man kann diese Töne, die fast durchweg dieselbe Tonhöhe haben, auch durch Erniedrigung der Temperatur hervorbringen. Wird das erwärmte Zink plötzlich durch aufgelegte Eisstücke, oder noch besser durch eine Kälte erregende Mischung abgekühlt, so vernimmt man die bezeichneten Töne fast augenblicklich in rascher Folge. Uebrigens kann man sich sehr bald die Ueberzeugung verschaffen, dafs jene Töne dieselben sind, welche man auch durch Schlagen der Scheibe mit einem harten Körper erhält, also Transversaltöne. Hr. Dr. Seebeck, der bei einigen der genann-

1) Ich bemerke bei dieser Gelegenheit, dafs sich folgende Vorrichtung zum Einspannen prismatischer Stäbe, die man mit freien Enden schwingen lassen will, eignet. Durch den starken hölzernen, an einer Seite offenen Rahmen *ABCD* (Fig. 5 Taf. III) sind zwei Schrauben mit gehärteten, konisch zulaufenden Enden *F* und *G* geführt, welche aufserhalb durch kleine Hebel *EI* und *HK* umgedreht werden können. Der Theil *BC* wird durch eine Schraubenzwinge an einem Tische befestigt, der Stab selbst wird zwischen die Spitzen *F* und *G* eingespannt. Auf dieselbe Weise wird noch eine zweite Stelle desselben behandelt. Als schwingenden Stab benutze ich unter andern einen gehärteten Stahlstab, 3,6 Par. Fufs lang, 6 Linien breit, 3,5 Linien dick, der durch den Violinbogen in sehr kräftige Schwingungen versetzt wird, und bis 17 Knotenlinien im aufgestreuten Sande in gröfster Bestimmtheit zeigt. Dabei sind die Töne sehr stark und zugleich angenehm. Die den tieferen Tönen zugehörigen Schwingungen sind so mächtig, dafs eine grofse Tischplatte, auf welcher die Vorrichtung befestigt ist, mittönt, und dafs leichtere Gegenstände, welche auf dem Tische liegen, in lebhafte Bewegungen gerathen. Um die Schwingungen des Stabes in einer Flüssigkeit zu untersuchen, wird die angezeigte Vorrichtung an einem verticalen Gegenstande, etwa an einem Bücherschranke, befestigt, und das untere Ende des Stabes in das auf dem Fufsboden stehende Gefäfs eingetaucht.

ten Versuche zugegen war, besitzt eine Zinkscheibe, welche, mit dem Violinbogen gestrichen, denselben Transversalton giebt, den sie durch Temperaturdifferenz hervorbringt. Legt man die Zinkstange so auf den Tisch, dafs sie denselben überall berührt, mit Ausnahme eines kurzen freien Endes, unter welches die Lampe gestellt wird, so vernimmt man nach der Erwärmung des Stabes ein unbestimmtes Geräusch, das mit einem Knistern zu vergleichen seyn möchte. Andere Metalle, als Zink, habe ich nicht durch Temperaturdifferenz zum Tönen bringen können, doch hatten die meisten Scheiben und Stäbe nur eine geringe Dicke, und es könnte wohl seyn, dafs dicke Stäbe von Antimon oder Wismuth sich ähnlich wie Zink verhalten [1]).

XXII. *Beobachtung über das Befrieren der Fensterscheiben. Aus einem Schreiben des Hrn. F. C. Henrici an den Herausgeber.*

Harste bei Göttingen, 19. Jan. 1838.

Das Befrieren meiner Fensterscheiben hat mir, wie schon oft, so auch in diesen Tagen wieder Gelegenheit zur Beobachtung von Erscheinungen gegeben, welche in Ihren vortrefflichen Annalen eine kurze Erwähnung verdienen dürften, zumal da sie mit den vor einiger Zeit von Hrn. Ehrenberg berichteten [2]) im Zusammenhange stehen.

1) Die hier erwähnte Erscheinung ist vermuthlich gleicher Art mit der, welche der verstorbene Seebeck beim Erwärmen verschiedener thermo-elektrischer Ketten wahrgenommen hat (Annal. Bd. VI S. 269), bisher aber von Niemanden wieder beobachtet worden ist. Möglich, dafs sie auch mit dem bekannten Trevelyan'schen Instrument (Ann. Bd. XXIV S. 466 und 468, und Bd. XXXIII S. 554) im Zusammenhange steht. *P.*

2) Annalen, Bd. XXXVI S. 238.

Wenn nämlich Fensterscheiben mit einem feinen Thau belegt sind, und dieser bei mäfsiger Kälte gefriert, so pflegen sich, wenn nicht zu bald ein Aufthauen desselben eintritt, in diesem gefrornen Beschlage an zerstreuten Punkten (dem Anscheine nach an solchen, wo sich kleine unbedeutende Hervorragungen, Staubkörnchen etc. befinden) sehr zarte isolirte Eiskrystalle zu bilden, welche sich allmälig vergröfsern, und, was eben das Bemerkenswerthe dabei ist, von einem völlig klaren ringförmigen, anfangs kaum bemerkbaren Raume umgeben sind, welcher sich gleichzeitig mit dem Krystall vergröfsert. Diese Vergröfserung hat indefs eine gewisse Gränze; die gröfste von mir beobachtete Breite des ringförmigen klaren Raumes (oder der gröfste Halbmesser der ganzen Kreisfläche, in deren Mitte der kleine Krystall sich befindet) mag etwa 3 Millimeter betragen. Auch kann die Vergröfserung (abgesehen von einem Aufthauen) schon vor Erreichung dieser Gränze aufhören, wenn nämlich der Rand des Thaubeschlags auch seinerseits krystallinisch anschiefst, womit nothwendig eine Gegenwirkung eintritt. Nicht selten, wenn nämlich verschiedene kleine Eiskrystalle sich nahe genug sind, vereinigen sich zwei und mehr solcher klaren Räume, und bilden dann gröfsere unregelmäfsige, von dem gefrornen Beschlage begränzte Räume, in welchen sich die kleinen Eiskrystalle, als eben so viele Anziehungspunkte, befinden. Bei plötzlich eintretender strengen Kälte bemerkt man zuweilen folgenden Hergang: Zuerst bildet sich ein feiner Thau, so zart, dafs sich in ihm sehr deutliche Beugungsfarben zeigen; dieser Thau fängt an zu gefrieren, und man kann das ziemlich rasche Fortrücken dieses Gefrierens mit einiger Aufmerksamkeit wahrnehmen. Auch jetzt noch sieht man die Beugungsfarben, und zwar lebhafter, als vorhin, aber nicht lange; sie verlieren sich bald, der Beschlag zertheilt sich in unzählige kleine Parthien (ich möchte sagen, er gerinnt), und es beginnt die

Bildung der zartesten Vegetationen, welche fortwährend an Umfang zunehmen, bis alles vorhandene Wasser die krystallinische Form (vielleicht auch nur eine veränderte) angenommen hat.

Im Allgemeinen zeigt sich die beschriebene Erscheinung nicht selten, besonders ausgezeichnet aber habe ich sie immer in Zimmern bemerkt, welche mit doppelten Fenstern versehen sind, was ohne Zweifel von der constanteren Temperatur zwischen den Doppelfenstern herrührt.

Sehr sonderbar ist es, dafs man zuweilen eine der beschriebenen ganz analoge Erscheinung wahrnimmt, auch wenn der feine Thaubeschlag nicht gefriert, indem sich alsdann kleine *flüssige Concentrationen*, ganz zarte Tröpfchen bilden, welche, genau so wie die vorhin erwähnten Eiskrystalle, von völlig klaren, mit ihnen gleichzeitig sich vergröfsernden ringförmigen Räumen umgeben sind.

Ohne Zweifel würden sich Erscheinungen, die den beschriebenen analog sind, aufmerksamen Beobachtern in gröfserer Menge darbieten, vielleicht auch künstlich hervorrufen lassen, und es dürfte namentlich Chemikern nicht schwer fallen, viele werthvolle hierher gehörige Thatsachen zu ermitteln.

Aus dem Angeführten mufs man schliefsen, dafs die von den Anziehungspunkten aus bewirkte Concentration rascher erfolgt, als dem sie zunächst umgebenden Raume Ersatz für das Abgegebene zu Theil wird, so dafs in diesem letzteren eine verhältnifsmäfsig sehr geringe Menge von Wassertheilchen vorhanden seyn mufs, ohne dafs diese jedoch darin gänzlich fehlen. Da nämlich alle, auch die durchsichtigsten Gläser, die der Luft ausgesetzt sind (und wahrscheinlich alle Aufsenflächen fester, vielleicht selbst flüssiger Körper), beständig mit condensirter Feuchtigkeit belegt sind, so mufs dieses viel mehr noch bei dem hier in Rede stehenden, den kleinen Kry-

stall zunächst umgebenden Raume seyn. Die Vergröfserung derselben bei zunehmender Gröfse des Eiskrystalls oder des flüssigen Tröpfchens beweist, dafs die Zunahme der letzteren auf Kosten der Umgebung geschieht.

XXIII. *Notizen.*

---

1) *Wärme-Erzeugung in einem starren Körper durch plötzliche Erkältung.* — Vor einigen Jahren beobachtete Prof. Fischer (Ann. Bd. XIX S. 507), dafs wenn man einen Metallstreifen, der an einem Ende glühend gemacht und an dem anderen Ende, so lange es zu ertragen ist, mit der Hand gehalten wird, plötzlich an dem glühenden Ende abkühlt, derselbe an dem anderen Ende so heifs wird, dafs man ihn nicht länger halten kann. Hr. Prof. Mousson in Zürich hat diesen Versuch wiederholt und ihn bestätigt gefunden. Nachstehende Notiz findet sich darüber in der *Biblioth. universelle N. S. T. XII p.* 418. — Vor allem machte ich die Beobachtung unabhängig von dem Gefühl der Hand. In das Ende eines Eisenstabes machte ich eine cylindrische Höhlung, verschlofs den dadurch entstandenen Behälter durch eine mit einem sehr kleinen Loch versehene Platte von demselben Metall, und bildete so eine Art Gewichtsthermometer, welches die Menge des bei einer Temperatur-Erhöhung ausgetriebenen Quecksilbers zu bestimmen erlaubte. Durch dieses Mittel gelang der Versuch, selbst nachdem der Stab so lange einer constanten Wärmequelle ausgesetzt war, dafs er einen permanenten Temperaturzustand angenommen hatte. Es ist leicht zu ersehen, dafs dann weder eine Bewegung in der Wärme, noch eine Veränderung in dem Volum des Behälters die Ursache einer so ausgezeichneten Erscheinung seyn kann. — Hr. Prof. M. vergleicht nun diese Erscheinung mit

der bekannten und von ihm selbst bei dieser Gelegenheit mit einiger Abänderung wiederholten Erfahrung, daſs ein Thermometer bei rascher Erkältung, wegen der Zusammenziehung seiner Hülle, nicht fällt, sondern steigt; und setzt dann hinzu: Sonach betrachten wir das in Rede stehende Phänomen als herrührend von einer Entwicklung der specifischen Wärme in Folge einer molecularen Compression. Es würde daraus folgen: 1) daſs Flüssigkeiten, als aus beweglichen Theilchen gebildet, dieses Phänomen nicht zeigen dürfen, sondern nur starre Körper; 2) daſs diejenigen Körper, welche die gröſste Ausdehnbarkeit und zugleich die stärkste spec. Wärme besitzen, das Phänomen am auffallendsten zeigen müssen; 3) daſs auf dieselbe Weise eine Erkältung aus einer Erwärmung erfolgen muſs, wenigstens wenn es möglich ist, diese rasch genug hervorzubringen.

2) *Ton-Erregung durch den elektrischen Strom.* — Hr. Dr. Page formte aus einem mit Baumwolle übersponnenen Kupferdraht eine platte Spirale von vierzig Gängen, befestigte sie in verticaler Stellung, und setzte die Enden derselben in Verbindung mit den Polen einer einfachen Volta'schen Kette. Darauf brachte er dicht neben der Spirale einen Hufeisenmagnet an (ob hangend, wie wahrscheinlich, ist nicht bemerkt. *P.*), am besten so, daſs erstere sich zwischen den Polen des letzteren befand, ohne sie jedoch zu berühren. Wenn er nun die Kette öffnete oder schloſs, so hörte er in dem Magnet einen anhaltenden Ton. Beim Schlieſsen der Kette war der Ton schwächer als beim Oeffnen, wobei man ihn in zwei bis drei Fuſs Entfernung hörte. Hr. Dr. P. versicherte sich, daſs der Ton keineswegs von dem Funken herrührte, der beim Schlieſsen oder Oeffnen der Kette entstand, indem er diese Operationen sehr weit von dem Ort vornahm, wo sich Spirale und Magnet befanden. Zum Gelingen des Versuchs sind keineswegs sehr starke Magnete erforderlich; mit drei Mag-

neten, von denen der erste 15, der zweite 10 und der dritte nur 2 Pfund trug, schlug er nie fehl; nur waren die Töne verschieden, und jeder Magnet gab seinen eigenen. Hängt man einen grofsen Magnet auf, und klopft ihn mit dem Finger, so giebt er einen Ton; schlägt man ihn sanft mit dem Nagel, so giebt er zwei Töne, einen, der gleich ist mit dem durch den Finger erregten, d. h. seinen natürlichen Ton, und einen, der die Octave von diesem ist. Dieser letztere wird bei dem eben erzählten Versuch erzengt (*Bibl. univers. N. S. Vol. XI p.* 398, aus den *American. Journ. Jul.* 1837). — Hr. De la Rive verspricht den Versuch zu wiederholen, was bei diesem wohl eben so nöthig ist, als bei dem S. 187. mitgetheilten des Hrn. Sellier. *P.*

3) *Stellvertreter der Froschschenkel.* — Wie bekannt, ist die Zubereitung der Froschschenkel zur Nachweisung der durch die Volta'sche Kette erregten Muskelbewegung eine etwas unangenehme Arbeit. Hr. Bailey hat in den Hinterbeinen (*sautoir*) der gewöhnlichen Heuschrecke ein rasches und leichtes Ersatzmittel dafür gefunden. Man darf nur mit einem scharfen Messer an beiden Seiten der fleischigen Theile des Hinterbeins ein Stück Haut ablösen, um den weichen Theil zu entblöfsen, darauf die eine Seite auf ein befeuchtetes Stück Zink legen, und die andere mit einer Platte oder Draht von Kupfer berühren. So lange Zink und Kupfer aufser Berührung stehen, findet durchaus keine Bewegung statt; so wie man sie aber in Verbindung setzt, tritt eine plötzliche Contraction des Beins und der Fufswurzeln ein (*Biblioth. univers. N. S. T. X p.* 182).

4) *Elektrische Seiten-Entladung.* — Dafs ein Metalldraht durch einen elektrischen Funken leuchtend wird, ist schon vor länger als funfzig Jahren von dem berühmten van Marum beobachtet worden; allein derselbe hat diese Erscheinung der ungeheuren Kraft der Harlemmer Maschine zugeschrieben. Sie läfst sich indefs auch schon

mit einem Nairne'schen Cylinder von sieben Zoll Durchmesser, wenn man mit dem ersten Conductor, um dessen Capacität zu verstärken, eine Kugel von einem Fuſs Durchmesser verbindet. Wenn man zwei Kugeln durch einen horizontal ausgespannten Draht verbindet, und auf die erste einen Funken schlagen läſst, so wird der Draht, wenn er auch hundert Fuſs lang ist, immer seiner ganzen Länge nach leuchtend, unter Aussendung von senkrecht gegen seine Axe gerichteten Lichtstrahlen nach allen Seiten. Krümmt man den Draht, so daſs er zwei parallele Arme bildet, so werden nur die Auſsenseiten desselben leuchtend. Krümmt man ihn zwei Mal, so daſs er drei in Einer Ebene liegende Arme bildet, so tritt das Leuchten nicht an dem mittleren Theil ein, wohl aber an den Auſsenseiten der beiden äuſseren Theile. Giebt man dem Draht die Form einer flachen Spirale, so zeigt sich die Seiten-Entladung nur auf der äuſseren Windung, und zwar sehr lebhaft. Prof. Henry (aus Amerika), aus einem Vortrage desselben auf der letzten Versammlung britischer Naturforscher diese Angaben entlehnt sind, ist der Meinung, daſs die Phänomene der Seiten-Entladung nicht von der Intensität der in den Draht geleiteten Elektricität abhangen, sondern auf einer Induction beruhen. Zur Stütze dieser Ansicht bemerkt er noch, daſs unter gleichen Umständen ein Funke desto stechender werde, je länger der Draht, aus welchem er gezogen worden (*Athenaeum*).

5) *Bussole, nicht Boussole.* — Die Büchse, welche die Kompaſsnadel einschlieſst, heiſst gegenwärtig im Italiänischen *Bussola.* Diese Benennung findet sich in den meisten der anderen europäischen Sprachen wieder. Italiänische Schriftsteller, welche die Ehre der Erfindung des Kompasses für ihre Nation in Anspruch genommen, haben geglaubt in diesem Umstand ein günstiges Zeugniſs für ihre Meinung zu finden; während Montucla (*Hist. de math. Vol. I p.* 497) versichert, die Englän-

der schrieben sich den Ruhm dieser Erfindung zu, weil das Wort *Boussole* von dem Englischen *Boxel*, Büchse, käme. Allein *Boxel* ist kein englisches Wort, und dergleichen Diminutiva sind nicht gebräuchlich in der englischen Sprache; man findet darin nur das Wort *Box*, welches, wie das deutsche *Büchse*, eine Corruption des Platt-Latein *Buxis* ist. Was das Wort *Bussola* betrifft, so scheint es nicht italiänischen Ursprungs zu seyn, auch nichts gemein zu haben mit *Bossolo*, dem Abgeleiteten von *Bossó*, Buchsbaum oder Büchse, weil man kleine Büchsen hauptsächlich von Buchsbaumholz macht. Eben so sind im Italiänischen *Bussola*, die Bussole, und *Bossolo*, die Büchse, zwei gänzlich verschiedene Worte, gleichwie *Μπύσσλας*, Bussole, und *Μπύσσλα*, Büchse, im Neugriechischen. Diefs letztere stammt von *Μπυσσλᾶς*, Büchsenmacher, wie das Italiänische *Bossolajo* von *Bossolo* kommt. Dieser Umstand läfst vermuthen, dafs weder das *Bussola* der Italiäner, noch das *Μπύσσλας* der Neugriechen Urworte in den Sprachen beider sind; vielmehr scheinen sie von einem arabischen Worte abzustammen, welches Bussole bedeutet, nämlich *muassala*, Pfeil, welches man gewöhnlich *mo-ussala* ausspricht. Im Mittelalter wurde das *M* als Anfangsbuchstabe arabischer Worte oft in ein *B* verwandelt, und es giebt Stämme unter den Arabern, in deren Dialekten diese Umänderung noch sehr häufig ist. So machte man aus Musulman *Bussurman*, aus Mahmud *Bakhmut* und aus Mahomet sogar *Baphomet* (J. Klaproth, *Lettre à M. le Baron* de Humboldt *sur l'invention de la Boussole*). — Es ist also unstreitig richtiger, mit dem nunmehr bereits verstorbenen Verfasser dieses Briefes, im Deutschen *Bussole* zu schreiben, als *Boussole*, wie, in der Meinung der französischen Abkunft des Worts, noch jetzt in der Regel geschieht.

6) *Künstlich gebildete Krystalle von unlöslichen Substanzen.* — Hr. Gaudin hat neuerlich der Pariser Aca-

demie Krystalle von mehren unlöslichen Substanzen übergeben, die zwar mikroskopisch klein, aber gut ausgebildet waren. Das dabei angewandte Verfahren, durch welches er solche Krystalle sogar in ganz beliebiger Gröfse darzustellen hofft, besteht darin, dafs er Salzlösungen in einer künstlichen Atmosphäre von geeigneter Beschaffenheit stehen läfst. So bringt er Lösungen von Kalk-, Baryt- oder Bleisalzen in eine Glocke, unter welche zugleich eine Schale mit befeuchtetem kohlensauren Ammoniak gestellt ist. Nach einigen Stunden setzen sich in dem Glase, welches die Lösung enthält, Krystalle von Carbonaten der genannten Basen ab. Schwefelsauren Baryt erhält er krystallisirt, indem er ein Glas, welches Wasser, schwefelsauren Kalk und kohlensauren Baryt enthält, neben einer Flasche voll rauchender Chlorwasserstoffsäure unter eine Glocke bringt.

Lösungen von reinen Kalksalzen gaben ihm gewöhnlich rhomboëdrische Krystalle mit deren hauptsächlichsten Abänderungen. Lösungen von Arragonit lieferten dagegen neben einander Krystalle von der Form des Kalkspaths und von der des Witherits. Eine Lösung von Chlorcalcium, die so gut wie frei war von Baryt und Strontian, lieferte, auf einer und derselben Glasplatte, an einer Seite ausschliefslich die Form des kohlensauren Baryts, und an der anderen die des Kalkspaths. (Näheren Aufschlufs über diese Erscheinungen giebt die Abhandlung von G. Rose in Bd. 42 S. 353. *P.*)

Kohlensaurer Baryt gab Krystalle von sehr sonderbarem Ansehen, eher einer Vegetation als einem Mineralsalz ähnlich.

Krystalle von Schwefelzinn, den Schneekrystallen ähnlich, erhielt er in Schwefeldampf (*dans un tourbillon de vapeur de soufre*) [1]).

Späterhin erzeugte er dergleichen künstliche Krystalle, indem er die geeignete Salzlösung in eine finger-

1) Den er vermuthlich mit verdunstendem Chlorzinn in Berührung brachte. *P.*

lange Glasröhre brachte, und diese mit Baumwolle verstopfte, die getränkt war mit dem Körper, der die beabsichtigte Atmosphäre hergeben sollte. — Um die mikroskopischen Beobachtungen minder beschwerlich zu machen, befestigt er an einem Pfropf, der die Röhre umschliefst, und in welchem sich diese verschieben läfst, eine Linse von kurzer Brennweite, und, diametral derselben gegenüber, einen konischen Hohlspiegel, welcher Licht auf den zu beobachtenden Theil der Röhre wirft. So kann er, die Ellbogen auf den Tisch gestützt, bequem beobachten. — Endlich erwähnt er noch, dafs er in weifsem Marmor aus den Pyrenäen mikroskopische Krystalle von Kieselerde entdeckt habe (*Compt. rend. T. V. p.* 73).

7) *Auffindung von Steinsalz in der Schweiz.* — Bereits seit dem Jahre 1822 hat der Hofr. Glenck Bohrversuche zur Auffindung von Steinsalz in der Schweiz angestellt, und sie mit einer seltenen Ausdauer, mit Ueberwindung aller Arten von Hindernisse fortgesetzt, bis er endlich im Jahre 1837 in einer sehr geringen Tiefe Steinsalz unter denselben geognostischen Verhältnissen wie am oberen und unteren Neckar (Dürrheim, Rottweil, Wimpfen) und in Thüringen (Buffleben, Stotternheim) gefunden hat. Dieser glückliche Bohrversuch befindet sich im Canton Basel-Landschaft, am linken Rheinufer in der Nähe von Kaiser-Augst, wo Muschelkalkstein in geringer Verbreitung von Keuper und Lias bis an die Oberfläche hervortritt, den schon Peter Merian im 1sten Bande der Beiträge zur Geognosie (1821) beschrieben hat. Von der Oberfläche nieder hat man hier 12 Fufs Rheingerölle gefunden;

87′ 9″ (wahrscheinlich Nürnberger Maafs) Kalkmergel, Dolomit, Dolomitmergel mit Hornsteinlagen wechselnd;

186 3 Kalkstein (von Friedrichshall v. Alberti);

78′ 6″ gelbe und weiſse Mergel mit dünnen Kalksteinlagen;

54 7 Gyps, Anhydrit, Thon und Kalksteinlagen wechselnd;

35 Steinsalz, nicht durchbohrt.

Die Oberfläche des Steinsalzes befindet sich daher in einer Tiefe von 419½ Fuſs unter der Oberfläche des Rheinthales, etwa 379½ Fuſs *unter* dem Rheinspiegel, und etwa 340 Fuſs *über* dem Meeresspiegel.

Eine Saline, Schweizerhall genannt, ist bereits auf diesen Fund gegründet worden, um die gesättigte Soole, welche aus dem Bohrloche gepumpt wird, zu benutzen; sie ist am 3. Juni vorigen Jahres feierlich eingeweiht.

8) *Das Todesthal in Java.* — In einer Sitzung der Königl. asiatischen Gesellschaft hielt neuerlich der Oberst Sykes einen Vortrag über den Ursprung der Volkssage über den Upas oder Giftbaum auf Java. Er bemerkte, daſs den meisten Volkssagen von einigem Alter, wie seltsam und unglaublich sie auch bisweilen klingen, immer etwas Wahres zum Grunde liege, das nur durch Unwissenheit, Aberglauben oder Thorheit sehr entstellt worden sey. Ein merkwürdiges Beispiel hievon sey der berühmte Upas- oder Giftbaum auf Java, von dem erzählt worden, daſs sein Schatten schon alles Leben vernichte, und über seinen Wipfel kein Vogel hinwegfliegen könne. Dieser tödtliche Baum soll in einem Thale im Innern von Java wachsen; allein die Furcht der Eingebornen vor demselben ist so groſs, daſs lange die Lage dieses Thals nicht gehörig bekannt war. Ein Besuch indeſs, den Hr. Loudon i. J. 1830 diesem Todesthale abstattete, hat gelehrt, daſs dasselbe in gar keiner Beziehung zu dem javanischen Giftbaum steht, obwohl das Thal wie der Baum wirklich auf der Insel vorhanden sind. Nach Hrn. Loudon liegt das Thal ungefähr drei Meilen (engl.) von Batur, auf dem Wege nach Djung. Es schien ihm, bei einer ovalen Form, etwa

eine halbe Meile (engl.) im Umfang zu haben, und dreifsig bis fünf und dreifsig Fufs tief zu seyn. Der Boden bestand anscheinend aus einer harten sandigen Substanz. Der Rand des Thals war mit Bäumen, Sträuchern u. s. w. bewachsen, allein das Thal selbst von aller Vegetation entblöfst, und dafür bedeckt mit Gerippen von Menschen, Tiegern, Schweinen, Pfauen u. s. w. Als Hr. Loudon sich dem Boden bis auf achtzehn Zoll (*feet* steht im Original) näherte, bemerkte er keine Beschwerde im Athmen, wohl aber einen unangenehmen ekelhaften Geruch. Ein Hund, der mit Gewalt in das Thal hatte hinab gebracht werden müssen, starb in achtzehn Minuten, ein zweiter in ungefähr acht Minuten, ein Vogel in anderthalb Minuten. An einer Seite des Kessels fand sich das Gerippe eines Menschen, auf dem Rücken liegend, den rechten Arm unter den Kopf geschlagen. Hr. Loudon meint, es sey zwischen diesem Thal und der bekannten *Hundsgrotte* bei Neapel ein grofser Unterschied, in sofern als die mephitische Luft in letzterer auf eine kleine Oeffnung beschränkt sey, während sie sich in dem ersteren auf einen Umfang von mehr als einer halben Meile (engl.) ausdehne. Oberst Sykes dagegen ist der Meinung, dafs dieser Umstand der einzige Unterschied zwischen beiden sey. Aus seinen eigenen Untersuchungen in der *Grotta del Cane* und denen des Abbate Domenico Romanelli ebendaselbst ist er geneigt, an beiden Orten die Wirkungen von der nämlichen Ursache, nämlich von Kohlensäuregas, abzuleiten (*Asiatic. Journal N. S. Vol. XXII p.* 338).

9) *Bimstein auf offnem Meere.* — Im *American. Journ. of Science* (*Apr.* 1837) und daraus in der *Biblioth. univers.* (*N. S. T. XI p.* 186) werden folgende zwei Thatsachen erzählt. Am 9. Apr. 1835, unter 7° N. und 99° W., 540 Seemeilen (Milles) vom Continent, 600 von den Gallipagos und eben so weit vom Felsen Clipperton, stiefs ein Schiff auf eine Masse schwimmenden

Bimsteins, von der es 50 Seemeilen lang umgeben blieb. Dasselbe begegnete auf einer Strecke von 20 geogr. Meilen dem Capitain Bradshaw, Commandant des Lagodau, am 27. Apr. 1835 unter 13° N. und 108° W., also mehr als 600 Meilen von der Stelle der ersteren Beobachtungen. — Im angeführten Journale wird hieraus auf das Daseyn eines noch unbekannten submarinen Vulkans geschlossen; es scheint aber fast wahrscheinlicher anzunehmen, daſs jene Bimsteinmassen von dem Ausbruch des Coseguina herstammten, der bekanntlich am 20. Januar 1835 erfolgte. S. Ann. Bd. XXXVII S. 447, und Bd. XXXX S. 227, an welchem letzten Ort auch schon eine ähnliche Thatsache berichtet ward.

10) *Submarine Temperatur.* In einem Berichte über die auf der Weltreise des Schiffers Bonite ausgeführten physikalischen Arbeiten erwähnt Hr. Darondeau folgende Beobachtungen über die Temperatur in der Tiefe des Meeres. Unter 29° 23′ N. und 37° 6′ W. Par., in 1660 Faden (*brasses*) Tiefe: 6°,7 C., an der Oberfläche 23°,8; unter 16°49′ N. und 118° W. in 1300 Faden Tiefe 5°,5, an der Oberfläche 29°,3; unter 28° 22′ N. und 132° 8′ O. in 800 Faden 4°,9 C. Dieſs war unter den in der Tiefe beobachteten Temperaturen die niedrigste (*Compt. rend. T. V p.* 847).

11) *Merkwürdige Nebelstreifen.* — In einem Schreiben aus Metz an Hrn. Arago melden die HH. Pelgrin und Robert, daſs am 16. Dec. v. J. bei Sonnenaufgang, sehr starker Kälte, heiterem Himmel und ruhiger Luft sich von der Spitze des Thurms der Kathedrale und von jeder der Säulchen, mit denen er umgeben ist, scharfe und dünne Nebelstreifen erhoben, die bis zu beträchtlichen Höhen emporstiegen, ohne sich mit einander zu vermengen. Währenddeſs waren alle Theile des Thurms mit Reif bekleidet (*Compt. rend. T. V p.* 914).

12) *Schneefall in Canton.* — Am Morgen des 8. Februars 1836 wurden die Eingebornen von Canton

(23° 8′ N.) sehr überrascht durch das, was für diese Stadt eine Phänomen genannt werden muſs. Die Dächer der Häuser und die »kahlköpfigen Bäume wurden perückirt« mit Schnee, der in der Nacht gefallen war. Die Strenge der Winter zu Canton ist in einigen Jahren auſserordentlich, und Eis nicht ungewöhnlich; allein wir erinnern uns nicht, schon von Schnee in Canton gehört zu haben. Der Schnee lag gestern Morgen (an welchem Tage die Nachricht abgefaſst, ist nicht angegeben) noch zwei Zoll hoch. Zwei bis drei Tage zuvor war das Wetter noch ungewöhnlich warm für die Jahreszeit. Die Witterungsveränderung trat am 5ten ein, an dem Tage des chinesischen *Leihchun* oder Frühlingsanfang. Die Einwohner, die im Allgemeinen Eis von Schnee nicht unterscheiden können, betrachteten diesen Schneefall als eine höchst auſserordentliche Begebenheit. Der letzte Schneefall zu Canton ereignete sich vor 46 Jahren, im 55sten Jahre von Këelung. Dessen erinnerte sich ein alter weiſsköpfiger Chinese, doch sagte er, der Schneefall sey damals nicht so dicht als gestern gewesen (*Asiatic. Journ. N. S. Vol. XXI p.* 29).

13) *Regen ohne Wolken.* — Am 9. Aug. Abends 9 Uhr, schreibt Hr. Wartmann in Genf an Hrn. Arago, standen rings um am Horizont vereinzelte dicke schwarze Wolken, in starker Bewegung begriffen. Das Zenith war rein und die Sterne funkelten mit ihren gewohnten Glanz; zugleich fiel, an mehren Punkten der Stadt, ein lauer Regen in groſsen Tropfen. Dieſs fremdartige Phänomen überraschte um 9¼ Uhr viele Personen, die auf der Rousseau's-Insel und der Brücke des Bergues spatzieren gingen; sie waren genöthigt schleunigst Schutz zu suchen vor einem so unerwarteten Regen aus heiterem Himmel. Der Regen (*l'ondée*) hörte nach einer oder zwei Minuten auf, wiederholte sich aber innerhalb einer Stunde mehrmals (*Compt. rend.* 1837 *II. p.* 549). — Die seltene Erscheinung des Regens ohne Wolken, die, ob-

wohl schon durch Musschenbroek (*Introd. II.* §. 2359) bekannt, erst in neuerer Zeit durch die Beobachtung des Hrn. v. Humboldt zu Cumana am 5 Sept. 1799 (*Relat. hist.* 4. *T. III p.* 317) und durch die von Capt. Beechey auf offnem Meere die Aufmerksamkeit der Physiker wieder erregt hat, gehört zu denen, die noch nicht genügend erklärt sind, und also Beachtung verdienen. Gestützt auf die Thatsache, dafs man in unseren Klimaten zuweilen an kalten und ganz heiteren Tagen kleine Eiskrystalle langsam aus der Luft niederfallen sieht, meint Hr. Arago (*Annuaire, p.* 1836, *p.* 281) es könnten wohl solche Eispartikeln, indem sie im Herabfallen zusammballten und schmölzen, zu dieser Erscheinung Anlafs geben.

14) *Neuer Regenmesser.* — Hr. Th. Knox hat kürzlich der K. Irischen Academie einen Regenmesser vorgezeigt, der den bei verschiedenen Winden gefallenen Regen angiebt. Die Construction desselben ist sehr einfach (S. Taf. I Fig. 8). Das Wasser nämlich, statt aus dem Trichter in Eine Röhre zu fliefsen, geht aus diesem durch eine Seitenröhre in ein ringförmiges Gefäfs, getheilt in acht Zellen, von denen jede unten eine graduirte Glasröhre hat. Wenn nun das Gefäfs so gestellt wird, dafs die acht Röhren den acht Hauptweltgegenden entsprechen, und wenn zugleich der Trichter um eine senkrechte Axe drehbar gemacht und mit einer Windfahne versehen wird, so mufs offenbar der Zweck des Instruments erreicht werden. Hr. K. hat es vorgezogen, den Trichter zu befestigen und das Röhrensystem mittelst einer Windfahne drehbar zu machen, was offenbar auf eins hinausläuft (*Phil. Mag. N. S. Vol. XI p.* 260.) — (das Instrument hat Aehnlichkeit mit jenem Windmesser, bei welchem die Windfahne ein Gefäfs mit Sand herumführt, der, beständig aus einem Seitenrohre fliefsend, sich je nach der Stellung des Gefäfses in eine der acht darunter im Kreise stehenden Röhren ergiefsen mufs

und so durch seine Menge die Dauer eines jeden Windes mifst. *P.*)

15) *Regenmenge zu York in verschiedener Höhe über dem Boden.* — Die Resultate der in den beiden Jahren 1832 bis 1834 zu York von den HH. Gray und Phillips angestellten Regen-Beobachtungen sind bereits früher in den Annalen mitgetheilt (Bd. XXXIII S. 215 und Bd. XXXVIII S. 235); hier folgen die aus dem dritten Jahre, mit denen diefs von dem britischen Naturforscher-Verein angeregte, so nachahmungswerthe Unternehmen abgeschlossen ist. Wir erinnern dabei, dafs die Höhen der drei Regenmesser über dem Spiegel des Humberflusses folgende waren: auf dem Thurm des *Münsters* =241 Fufs 10,5 Zoll engl.; auf dem Dache des *Museums* =72 F. 8 Z.; im Garten 29 F. Die Messungen der Verdunstung sind eine Zugabe, und eine gewifs interessante, zu der diefsmaligen Reihe.

1834 bis 1835.		Regenmenge.			Verdunstung vom 1. Febr. ab bis zu den angegebenen Tagen.		
		Münster	Museum	Garten	Münster	Museum	Garten
		engl. Zoll			engl. Zoll		
Vom Febr.	1						
bis März	1	0,480	0,670	1,040	2,330	1,220	0,640
-	6	0,416	0,600	0,772	3,096	1,570	2,312
-	21	0,040	0,110	0,262	4,936	2,480	2,924
Apr.	12	0,193	0,326	0,558	7,129	4,256	3,782
-	21				8,229	4,846	4,432
Mai	1	0,810	0,982	1,115	8,889	5,522	4,667
-	16	0,219	0,300	0,360	11,068	6,738	5,482
Juni	18	1,080	1,726	1,862	14,683	9,614	7,169
Juli	11	0,021	0,115	0,325	18,159	10,829	9,694
-	21	1,930	2,770	3,240	19,539	12,049	11,434
Aug.	9	0,173	0,360	0,540	22,212	14,559	11,674
-	30	0,720	0,940	1,220	23,707	16,549	12,694
Oct.	3	1,127	1,526	1,815			
Jan.	31	1,085	1,710	2,830			
Summe		8,294	12,135	15,939			
Verhältnifs		52,03	76,13	100,0.			

Zusammengefafst, wie früher, nach Zeiträumen von mehren Monaten, hat man nämlich:

	Regenmenge		
	Münster	Museum	Garten
3 Sommer-Monate	3,924 Zoll	5,911 Zoll	7,187 Zoll
5 wärmere Monate	5,270	7,737	9,362
7 - -	6,273	9,045	11,035
7 kältere Monate	2,314	3,416	5,462
5 - -	2,021	3,090	4,904
3 Winter-Monate	1,565	2,380	3,870

Das Mittel aus den sämmtlichen drei Jahren giebt folgende Resultate:

Monate:	Münster	Museum	Garten	Verhältnisse. *a*	*b*	*c*
	Zoll	Zoll	Zoll			
3 sommerlich	13,473	17,430	20,306	66,35	85,83	100
5 wärmere	20,042	26,126	30,916	64,82	84,50	100
7 wärmere	24,834	32,320	38,551	64,42	83,84	100
7 kältere	18,220	25,100	33,999	53,58	73,82	100
5 kältere	14,130	19,789	26,879	52,60	73,62	100
3 winterlich	14,138	12,170	17,320	49,94	70,26	100
			Mittel	59,15	79,14	100

Aus dieser Tafel leiten die Verfasser folgende ab, worin $d = c - a$ und $d' = c - b$ und Δ eine Constante:

Monate:	Temperatur t'	d	d'	$d + d'$	$\Delta \frac{t}{t'}$
3 Sommer	60°,8 F.	33,65	14,17	47,82	48,12
5 wärmer.	58 ,5	35,18	15,50	50,68	50,00
7 -	55 ,1	35,58	16,16	51,74	52,93
7 kälter.	40 ,8	46,42	26,18	72,60	70,10
5 kälter.	39 ,3	47,40	26,38	73,78	74,47
3 Winter	36 ,3	50,06	29,74	79,80	80,61
Ganzes Jahr	48°,2 = t			60,71	60,71

Sie machen auf die grofse Uebereinstimmung der beiden letzten Kolumnen aufmerksam [1]), berechnen dann die Potenz der Höhen, denen die Regenmengen der beiden oberen Stationen in den verschiedenen Jahreszeiten proportional sind, und fordern endlich zur Anstellung ähnlicher Beobachtungen an andern Orten auf.

(*Report of the fifhe Meeting of the british Association for the advancement of science*, *p.* 171.)

16) *Monatliche Mitteltemperaturen zu Key-West* (24° 33′ 30″ N. und 81° 52′ 30″ W. Greenw.) in Florida, der südlichsten Stadt in den vereinigten Staaten; von Whitehead:

1) Diese Uebereinstimmung hat etwas Sonderbares. Bezeichnet man nämlich die Regenmenge auf dem Münster, auf dem Museum und im Garten respective mit A, B, C, so ergiebt sich aus der Entstehung der Gröfse $d + d'$, dafs die Temperatur (am Boden in verschiedenen Jahreszeiten) umgekehrt proportional seyn mufs der Gröfse $2 - \frac{A+B}{C}$; es scheint schwer mit dieser Proportionalität irgend eine physikalische Vorstellung zu verknüpfen. — Ueberhaupt möchten wir glauben, dafs die Ursache des doch immer noch räthselhaften Phänomens der Regen-Abnahme mit der Höhe sich leichter und bestimmter aus umsichtigen Beobachtungen einzelner, besonders dazu geeigneter Regenfälle ergäbe (Vergl. Ann. Bd. XXXIII S. 222 Anmerkung), als aus dem Mittel vieler, ohne Berücksichtigung der näheren Umstände, zusammengefafster Resultate, wiewohl wir andererseits dem ununterbrochenen Beobachten dieses Phänomens keineswegs das Verdienstliche absprechen wollen. — Bemerkenswerth ist es auch, dafs die in der ersten Tafel aufgeführten Verdunstungsmengen sich fast genau umgekehrt wie die Regenmengen verhalten! *P.*

	1830.	1831.	1832.	1834.	1835.	1836.	Mittel.
Jan.	71,10	67,12	68,44	73,83	68,88	68,98	69,725
Febr.	73,00	68,50	74,44	74,31	65,36	67,40	70,502
März	74,50	74,66	72,44	75,69	71,16	71,02	73,245
April	75,50	76,16	74,55	75,80	76,49	76,08	75,880
Mai	80,00	78,10	80,19	79,11	79,78		79,436
Juni	82,00	80,40	80,63	83,88	80,98		81,578
Juli	82,66	81,66	83,76	82,64	82,49		82,642
Aug.	83,13	81,66	82,13	84,72	82,16		82,760
Sept.	81,33	81,00	82,70	80,77	80,72		81,304
Oct.	79,33	78,40		74,30	76,20		77,057
Nov.	75,50	76,00		73,89	76,57	71,44	74,680
Dec.	72,50	70,00		69,79	76,31		70,650
Summe	77,548	76,138		77,394	75,924		76,622

Die Temperaturen von 1830, 1831, 1832 sind Mittel von drei Beobachtungen des Tages (zu welchen Stunden ist nicht angegeben); die von 1834, 1835, 1836 Mittel der an einem Thermometrographen beobachteten Extreme. Die niedrigste bisher beobachtete Temperatur (28. bis 29. Jan. 1836) war 44° F., die höchste 90°. (Aus dem *American Almanac f.* 1838, wie die drei folgenden Notizen.)

17) *Monatliche Regenmenge zu Key-West*, in engl. Zollen.

	1832.	1833.	1834.	1835.	1836.	1836.
Jan.		2,200	0,325	2,400	2,350	1,819
Febr.		1,500	0,000	0,000	1,175	1,337
März		0,500	1,965	0,050	1,450	1,983
April		0,850	1,750	1,150	0,600	1,087
Mai		3,350	11,455	3,610	6,950	6,341
Juni		1,900	0,100	3,150	4,400	2,388
Juli		4,300	2,700	3,255	1,100	2,839
Aug.		3,100	3,460	5,930	0,700	3,297
Sept.		4,450	3,800	5,900	3,250	4,350
Oct.	4,700	1,025	8,850	0,425	1,650	3,330
Nov.	1,750	2,075	1,675	1,430	0,525	1,491
Dec.	0,300	2,300	0,010	2,775	0,250	1,127
Summe	6,750	27,550	36,090	30,075	24,400	31,389

18) *Monatliche Regenmenge zu New-Orleans* (29° 57' 45" N. und 90° 6' 49" W. Greenw.) im Durchschnitt der Jahre 1834, 1835, 1836, 1837.

Jan.	4,69 Zoll	Mai	2,44 Zoll	Sept.	5,79 Zoll
Febr.	2,06 -	Juni	6,17 -	Oct.	1,29 -
März	2,64 -	Juli	5,63 -	Nov.	3,10 -
April	5,31 -	Aug.	5,24 -	Dec.	2,97 -

Jahr 47,35 Zoll engl.

19) *Monatlicher Stand des Missisipi zu New-Orleans* unter der Hochwassermarke, im Durchschnitt der Jahre 1833, 1834, 1835, 1836.

Jan.	7,90 Zoll	Mai	2,44 Zoll	Sept.	13,10 Zoll
Febr.	5,13 -	Juni	4,72 -	Oct.	13,33 -
März	4,27 -	Juli	5,82 -	Nov.	12,34 -
April	2,94 -	Aug.	7,97 -	Dec.	8,84 -

20) *Zu- und Aufgang der Newa bei St. Petersburg* (59° 56'.) *von* 1718 *bis* 1833, nach Oberst Jackson's Angabe im *Journal of the Royal Geographical Society, Vol. V p.* 1.

Tag des Zufrierens. Neuen Styls.	Tag des Eisgangs.	Dauer der Belegung mit Eis, in Tagen.
1718 Nov. 11	1719 April 19	51+109=151
19 - 30	20 - 11	32+102=134
20 - 7	21 - 10	55+100=155
21 - 20	22 - 16	42+106=148
22 - 28	23 März 22	34+ 81=115
23 - 16	24 April 5	46+ 96=142
24 - 17	25 - 12	45+102=147
25 - 28	26 - 6	34+ 96=130
26 - 24	27 - 14	38+104=142
27 - 30	28 März 27	32+ 87=119
28 - 16	29 April 6	46+ 96=142
29 - 30	1730 - 12	32+102=134
1730 - 9 *	31 - 24	53+114=167
31 - 20	32 - 4	42+ 95=137
32 - 27	33 - 14	35+104=139
33 - 23	34 - 15	39+105=144

Tag des Zufrierens.			Tag des Eisgangs.			Dauer der Belegung mit Eis, in Tagen.
Neuen Styls.						
1734	Nov.	1	1735	März	26	61+ 85=146
35	-	6	36	April	12	56+103=159
36	-	7	37	-	11	55+101=156
37	-	9	38	-	11	53+101=154
38	-	9	39	-	26	53+116=169
39	Oct.	24	1740	-	24	69+115=184
1740	Nov.	14	41	-	19	49+109=158
41	-	14	42	-	26	48+116=164
42	-	21	43	März	30	41+ 90=131
43	-	20	44	April	5	42+ 96=138
44	-	16	45	-	10	46+100=146
45	Oct.	28	46	-	14	65+104=169
46	Nov.	8	47	-	25	54+115=169
47	-	8	48	-	14	54+105=159
48	-	3	49	-	24	59+114=173
49	-	20	1750	März	25	42+ 84=126
1750	Oct.	23	51	-	26	70+ 85=155
51	Nov.	7	52	April	6	55+ 97=152
52	-	16	53	-	6	46+ 96=142
53	-	26	54	-	7	36+ 97=133
54	-	16	55	-	3	46+ 93=139
55	-	24	56	-	2	38+ 93=131
56	-	12	57	März	28	50+ 87=137
57	-	20	58	April	9	42+ 99=141
58	-	4	59	-	9	58+ 99=157
59	-	9	1760	-	21	53+112=165
1760	-	18	61	-	4	44+ 94=138
61	-	15	62	-	2	47+ 92=139
62	-	20	63	-	23	42+113=155
63	-	8	64	-	1	54+ 92=146
64	-	24	65	März	29	38+ 88=126
65	-	24	66	April	8	38+ 98=136
66	-	23	67	-	1	39+ 91=130
67	-	23	68	-	15	39+106=145
68	Dec.	1	69	-	6	31+ 96=127
69	Oct.	20	1770	-	6	73+ 96=169
1770	Nov.	11	71	-	19	51+109=160
71	-	12	72	-	7	50+ 98=148
72	Dec.	12	73	-	5	20+ 95=115

Tag des Zufrierens. Neuen Styls.	Tag des Eisgangs	Dauer der Belegung mit Eis, in Tagen.
1773 Nov. 8	1774 April 10	54+100=154
74 Oct. 27	75 - 11	66+101=167
75 - 31	76 - 14	62+105=167
76 Nov. 1	77 - 19	61+109=170
77 - 15	78 - 8	47+ 98=145
78 - 2	79 März 31	60+ 90=150
79 - 21	1780 April 10	41+101=142
1780 - 10	81 - 14	52+104=156
81 - 11	82 - 7	51+ 97=148
82 - 14	83 - 14	48+104=152
83 - 6	84 - 14	56+104=160
84 - 24	85 - 22	38+112=150
85 - 27	86 - 11	35+101=136
86 Oct. 26	87 - 13	67+103=170
87 Nov. 14	88 - 9	48+100=148
88 - 5	89 - 19	57+109=166
89 - 14	1790 - 21	48+111=159
1790 - 14 *	91 - 10	48+100=148
91 - 25 *	92 März 31	37+ 91=128
92 - 11 *	93 April 9	51+ 99=150
93 - 20	94 März 31	42+ 90=132
94 Dec. 3 *	05 April 9	29+ 99=128
95 Nov. 30	96 - 11	32+102=134
96 - 14	07 - 4	48+ 94=142
97 - 11	98 - 8	51+ 98=149
98 - 14	99 - 8	48+ 98=146
99 - 23	1800 - 12	39+102=141
1800 - 11	01 - 5	51+ 95=146
01 Dec. 8	02 März 24	24+ 83=107
02 Oct. 28	03 - 29	65+ 88=153
03 Nov. 5	04 April 14	57+105=162
04 Oct. 28	05 - 9	65+ 99=164
05 - 16	06 - 14	77+101=181
06 - 29	07 - 28	64+118=182
07 Nov. 24	08 - 13	38+104=142
08 - 17	09 - 16	45+106=151
09 - 2	1810 - 30	60+120=180
1810 - 3	11 - 12	59+102=161
11 Oct. 18	12 - 15	75+106=181

Tag des Zufrierens.	Tag des Eisgangs.	Dauer der Belegung mit Eis, in Tagen.
Neuen Styls.		
1812 Oct. 29	1813 März 31	64+ 90=154
13 Nov. 29	14 April 6	33+ 96=129
14 - 26	15 - 12	36+102=138
15 - 20	16 - 11	42+102=144
16 - 8 *	17 - 11	54+101=155
17 - 9	18 - 17	53+107=160
18 - 15	19 - 9	47+ 99=146
19 Oct. 27	1820 - 5	66+ 96=162
1820 Nov. 2	21 - 14	60+104=164
21 - 23	22 März 6	39+ 65=104
22 Dec. 10	23 - 28	22+ 87=109
23 Nov. 7	24 April 3	55+ 94=149
24 Dec. 6	25 - 6	26+ 96=122
25 Nov. 21	26 März 23	41+ 82=123
26 Dec. 14	27 April 1	18+ 91=109
27 - 5	28 - 11	26+102=128
28 Nov. 7	29 - 21	55+111=166
29 - 5	1830 - 9	57+ 99=156
1830 - 19	31 - 4	43+ 94=137
31 - 15	32 - 4	47+ 95=142
32 - 1	33 - 13	61+103=164
33 - 20	34 März 31	42+ 90=132
Mittel von 116 Jahren		
Nov. 14	April 10	48+100=148

Beim Zufrieren zeigen sich in einigen Jahren geringe Schwankungen, indem der Fluſs nach dem ersten Gestehen wieder aufthaute. Ein solches vorübergehendes Zufrieren trat ein: 1730 Oct. 31; 1790 Nov. 7; 1791 zwei Mal, am 27. Oct. und 1. Nov.; 1792 Oct. 23; 1794 Nov. 14; 1816 Oct. 22. Diese Jahre sind in der Tafel mit einem * bezeichnet. — Beim Aufthauen kommen solche Schwankungen seltener vor [1]), da wegen der Dicke des Eises, die während des Winters hier drei Fuſs und darüber anwächst, geringe Temperaturveränderungen keinen Einfluſs haben. — Die Dauer der Bedeckung mit Eis ist immer nach dem letzten Zufrieren gerechnet. Die addirten Zahlen sind die Tage vor und nach Neujahr.

1) Nur 1733 Apr. 6 und 1737 März 28.

Die Tafel bietet einen interessanten Vergleich mit der über den Hudson-Fluſs im vorigen Heft, S. 192 dar; sie liefert zugleich einen rohen Maaſsstab für die Strenge der Winter im nördlichen Europa während der angeführten 116 Jahre, und widerlegt überdieſs die Meinung, als sey das Klima der Gegend von St. Petersburg durch den Anwuchs dieser Stadt milder geworden. *P.*

21) *Heiſse Quellen in der Berberei.* — Ungefähr zwei Lieues von Mjer-Ammar, etwas im Westen des Weges von Bona nach Constantine, und 7 bis 8 Lieues von Ghelma, nicht fern vom Rasselacba, einer der höchsten Ketten des kleinen Atlas, finden sich heiſse Quellen, die, obwohl schon von früheren Reisenden beobachtet, doch merkwürdig genug sind, um aus einem neueren Berichte des Dr. Sédillot (*Compt. rend. T. V p.* 555) Einiges hier mitzutheilen. Diese Quellen gehören zur Gattung der incrustirenden, und stellen sich den ausgezeichnetsten gleich, die man in Deutschland (Carlsbad) und Italien (Monte Amiata und Tivoli) kennt. Ueberall, wo das Wasser aus dem Boden hervorsprudelt, hat es durch allmäligen Absatz von schneeweiſsen Kalksinter, kegelförmige Hügel gebildet, deren man gegenwärtig auf einer Fläche von drei hundert Schritt im Durchmesser gegen vier bis fünf hundert zählt. Die meisten dieser Kegel sind nur fünf bis sechs Fuſs hoch, aber einige derselben haben eine Höhe von 15 bis 18 Fuſs. Auch gröſsere, unförmliche Massen haben sich auf diese Weise gebildet, und so entspringt heut zu Tage die Hauptquelle aus einer Masse solchen Kalksinters, die vierzig Fuſs erhoben ist über den Bach, in welchen sich das Wasser verläuft. Die Höhe der Kegel scheint von der Kraft bedingt worden zu seyn, mit welcher das Wasser hervorsprudelte. Sprang das Wasser z. B. 12 Fuſs empor, so konnte es auch nur einen Kegel von dieser Höhe erzeugen, und wenn derselbe fertig war, muſste es natürlich aufhören, obenauf auszuflieſsen. Es

suchte sich dann seitwärts einen Ausweg, und hinterliefs oben eine Vertiefung. Solcher Vertiefungen findet man mehrere, die sich im Laufe von Jahrhunderten mit Dammerde ausgefüllt haben, und dadurch der Sitz einer üppigen Vegetation geworden sind, welche gegen die Weifse des Kalksinters und gegen die Dürre und Unfruchtbarkeit der weiteren Umgebung einen merkwürdigen Contrast darbietet. Das Wasser der Quellen ist so heifs, dafs man die Finger, ohne sich zu verbrennen, nur einen Augenblick hineinhalten kann. Dennoch verbreitet es, wegen der Trockenheit der Luft und der Gluth der Sonne, die den Boden auf mehr als 40° C. erhitzt, nur einen schwachen Rauch. Es riecht stark nach Schwefelwasserstoffgas, enthält aber, wegen der hohen Temperatur, nur wenig von demselben, und schmeckt angenehm.

22) *Submarine Eruption.* — Hr. Moreau de Jonnès hat kürzlich (*Compt. rend. T. VI p.* 302) der Pariser Academie folgende Documente mitgetheilt: »Am 25. Nov. 1837 nahm die Brigg *César* aus Havre, als sie über die Bank von Bahama hinwegfuhr, ein Feuer gewahr, welches in dem Maafse anwuchs, dafs Himmel und Horizont in Flammen zu stehen schienen. Diefs Phänomen, von dem die Brigg vier Stunden lang Zeuge war, schien dem Kapitain und den Passagieren eine submarine vulkanische Eruption zu seyn. — Am 3. Jan. 1838 fand der Kapitain der *Sylphide*, aus Havre, das Meerwasser in derselben Gegend trübe und weifslich, obwohl er es auf zwölf früheren Reisen immer ganz klar über der Bahama-Bank gesehen. Auch er schreibt diefs Phänomen einer submarinen Eruption zu, namentlich der, auf welche vom Kapitain des César hingedeutet worden.

23) *Reagenz auf Zucker im Harn.* — Im Zucker habe ich Bd. XXXI S. 517 dieser Annalen ein äufserst empfindliches Reagenz für *freie* Schwefelsäure nachgewiesen. Daher gilt auch das Umgekehrte, und Schwe-

felsäure ist ein Reagenz auf Zucker, zwar nicht so scharf, aber doch deutlich genug, um in den folgenden Fällen Gebrauch davon zu machen.

Löst man in 1000 gesunden Harns 1 Zucker auf, befeuchtet damit eine mittelst Dampf geheizte Porcellanplatte, und bringt, wenn die Flüssigkeit eingetrocknet ist, einen Tropfen verdünnter Schwefelsäure (1 Säure und 6 bis 8 Wasser) darauf, so macht sich die Gegenwart des Zuckers durch die eintretende *Schwärzung* bemerkbar. Auch bei 2000 Harn auf 1 Zucker erfolgt noch eine Reaction. Harn ohne Zucker wird mit Schwefelsäure bei 100° C. bloſs orange gefärbt. *Diabetischer* Harn dagegen zeigt, wie sich erwarten läſst, eine äuſserst starke Reaction, und ich kann demnach diese Prüfungsart als die sicherste empfehlen, seinen Zuckergehalt nachzuweisen. Wie sich der Harn der sogenannten geschmacklosen Harnruhr verhalte, habe ich nicht Gelegenheit gehabt zu untersuchen, eben so wenig das Blut Diabetischer, dessen wahrscheinlicher Zuckergehalt auf diese Weise leicht zu ermitteln wäre. Runge.

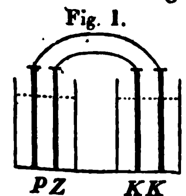
1838. ANNALEN No. 3.
DER PHYSIK UND CHEMIE.
BAND XXXXIII.

I. *Einige Versuche zur Theorie des Galvanismus; von Gustav Theodor Fechner.*

Die nachfolgenden Versuche waren eigentlich bestimmt, anderen Untersuchungen eingereiht zu werden, indeſs veranlassen mich einige, vom verehrten Hrn. Herausgeber dieser Annalen in Betreff meiner Abhandlung »über Rechtfertigung der Contact-Theorie« an mich gerichtete Bemerkungen, dieselben hier vorläufig besonders mitzutheilen [1]).

1) Der folgende Versuch thut zwei Umstände in Verbindung dar, die ich in meinen Maaſsbestimmungen über die galvanische Kette durch viel mühsamere Maaſsnahmen einzeln ermittelt habe, nämlich: *a*) daſs der Widerstand des Uebergangs sich nicht ändert an einer Platte, mag sie als Zwischenplatte oder als erregende Platte dienen; *b*) daſs das Gesetz der galvanischen Spannungsreihe, nach welchem beispielsweise der Abstand des Zinks vom Platin eben so groſs ist, als die Summe der Abstände des Zinks vom Kupfer und des Kupfers vom Platin, sich auch für die geschlossene Kette bestätigt.

Fig. 1.



Man ordne in zwei Trögen eine Platinplatte, eine Zinkplatte und zwei Kupferplatten so an, wie es die Figur 1 zeigt. Man hat dann eine Kette aus zwei Elementen; Platin-Kupfer und Kupfer-Zink, deren Ströme nach derselben

1) In genannter Abhandlung (Bd. XLII, S. 481) bitte ich Folgendes zu berichtigen: S. 494 Z. 19 v. oben statt *durch* l. *vor* — S. 495 Z. 1 v. unten st. *nur* l. *nun* — S. 497 Z. 12 v. u. st. *Betrachtungen* l. *Beobachtungen* — S. 505 Z. 8 v. u. st. *Salpetersäure* l. *Salpetersalzsäure* — S. 506 Z. 5, 6 und 9 v. o. st. *Platinplatte*, *hatte* und *Platte* l. respective: *Platinplatten*, *hatten* und *Platten*.

Richtung gehen. (Irgendwo ist ein Multiplicator zur Messung eingeschaltet.)

Fig. 2.

PK KZ

Ein zweites Mal ordne man dieselben Platten unter denselben Umständen so an, wie Fig. 2 zeigt. Man hat jetzt ein einziges Element: Platin-Zink, nebst einen Zwischenbogen, der durch die homogenen Kupferplatten *KK* gebildet wird. Die Kraft des Stroms ist in beiden Fällen auf das Vollkommenste gleich.

Ich habe diesen Versuch theils in destillirtem, theils in stark saurem Wasser, bei verschiedenen Abständen, als auch mit andern, als den angegebenen Metallen angestellt. Als Multiplicator wurde mit Fleiſs ein solcher von möglichst geringem Leitungswiderstande angewandt.

Fig. 4.

A B

PZ Z'P'

Im Zusammenhange mit dem vorigen steht, daſs, wenn man in einer, nach dem Schema der Figur 4 aus vier verschiedenen Metallen, *P*, *Z*, *Z'*, *P'* zusammengesetzten Kette die Stellen von *Z* und *P'* vertauscht, die Kraft der Kette ungeändert bleibt. Die angewandten Metalle waren: *P* Platin, *Z* Zink, *Z'* Kupfer, *P'* Eisen, die Flüssigkeit war schwefelsaures Wasser.

2) Den folgenden Versuch entlehne ich hier, der Verwandtschaft des Gegenstandes wegen, aus meinen Maaſsbestimmungen, S. 132. Er beweist (was ich auſserdem durch viele andere Versuche bewiesen habe), daſs *zu Anfange der Schlieſsung* der Uebergangswiderstand gleich ist für kupferne und zinkne Zwischenbogen (er nimmt aber rascher zu für erstere). Hier indeſs wird dieser Versuch von mir nur als ein Einwand mehr gegen die chemische Theorie des Galvanismus angeführt.

Wenn man zwei Tröge hat, in die man ein wirksames Plattenpaar *K*, *Z*, nebst einem Zwischenbogen

Fig. 3.

Ka aZ

aus zwei homogenen Platten a, a, entweder von Zink oder von Kupfer, eingesetzt, und man füllt den einen Trog mit bloſsem Brunnenwasser, den andern mit schwefelsaurem Brunnenwasser, so ist die anfängliche Wirkung (unmittelbar nach der Schlieſsung gemessen) gleich für folgende vier

I.	Zwischenbogen von	Zink;	saures Wasser bei	Z
II.	-	-	-	K
III.	-	Kupfer	-	Z
IV.	-	-	-	K,

Aber die Wirkungsabnahme ist schneller, wenn sich das saure Wasser bei Z, als wenn es sich bei K befindet, so daſs in späteren Perioden nach der Schlieſsung allerdings ein Unterschied der Anordnung bemerklich wird. Ueber die näheren Umstände des Versuchs s. meine Maaſsbestimmungen. Der Versuch über jede Combination ist mit aller Sorgfalt und gleichbleibendem Resultat zwei Mal angestellt worden. Die Schwierigkeit, die Gleichheit der Wirkung in diesen vier Fällen nach der chemischen Theorie zu erklären, bietet sich von selbst dar.

3) Nachstehende Versuche sind Seitenstücke zu demjenigen Versuche, welchen ich in diesen Ann. Bd. XLII S. 508 unter No. 4 angeführt habe, und dürften nicht minder schwierig von der chemischen Theorie zu erklären seyn. Sie jetzt anzustellen, wurde ich durch eine Bemerkung des verehrten Hrn. Herausgebers dieser Annalen veranlaſst; ich werde aber bei künftigen Untersuchungen auf Ketten dieser Art zurückkommen müssen.

a) In den beiden Trögen der Figur 4 wurden zwei Platinplatten P, P' und zwei Zinkplatten Z, Z' auf die in der Figur angedeutete Weise verbunden, und beide Tröge mit destillirtem Wasser gefüllt. Eine solche Combination kann weder nach der Contact-Theorie noch nach der chemischen Theorie Wirkung geben, wenn so-

wohl die Platten P, P' als Z, Z' homogen sind. Da aber namentlich die Zinkplatten schwer von ganz homogener Beschaffenheit zu erlangen sind, so wird in der Regel ein kleiner Ausschlag des, in diese Combination eingeschalteten, Multiplicators sich zeigen. Während nun dieser schwache Ausschlag eine Richtung der Strömung zu erkennen gab, wie sie durch die Pfeile bei den Verbindungsbögen angedeutet ist, was (nach der chemischen Theorie) ein Ueberwiegen der Wirkung im Trog A voraussetzt, wurde ein Theil des Wassers im Troge B durch Kochsalzlösung ersetzt. Nach der chemischen Theorie war zu erwarten, dafs der anfangs schwache Ausschlag sich jetzt lebhaft umkehrte, nach der Contact-Theorie dagegen, dafs er (blofs vermöge des verminderten Leitungswiderstandes im Troge B) sich nach derselben Richtung vergröfserte, die er schon vorher hatte. Der Erfolg fiel auf letzte Weise aus. Also während der combinirten Schliefsung zeigte der Trog A mit Wasser das Uebergewicht über den Trog B mit Kochsalzlösung. Als dagegen jeder Trog für sich mittelst desselben Multiplicators zur Kette geschlossen ward, verhielt sich die Kraft von A zur Kraft von B wie 1 : 29,4.

Nach der Contact-Theorie findet nicht die geringste Schwierigkeit statt, den Umstand zu erklären, warum eine Kette A, die, für sich geschlossen, schwächer als B wirkt, doch, bei Schliefsung in entgegengesetzter Richtung mit ihr [1]), dieselbe überwiegt. Denn die Kraft der Ketten wird theils durch den elektromotorischen Abstand der sie zusammensetzenden Metalle, theils durch den Leitungswiderstand der ganzen Kette bestimmt. Werden nun zwei Ketten, jede besonders geschlossen, so kann B das

1) Mit Rücksicht auf Versuch 1 kommt in der That die in Fig. 4 bezeichnete Anordnung auch nach der Contact-Theorie auf dasselbe heraus, als wenn man beide einfache Ketten PZ $P'Z'$ einander entgegensetzte. Die Wirkung der Kette ändert sich nämlich nicht wenn Z und P' ihre Stellen vertauschen.

Uebergewicht über *A* erhalten, auch wenn *B* hinsichtlich ersteren Punkts in Nachtheil gegen *A* steht, wofern nur *B* in zweiter Hinsicht in um so überwiegenderem Vortheile steht; werden aber beide zu derselben Kette in entgegengesetzter Richtung combinirt, so muſs der Ausschlag bloſs von ersterem Umstande abhängen, weil dann der zweite Umstand (da der Strom der einen Kette die andere mit durchlaufen muſs) beiden gemeinschaftlich wird.

b) Das Ergebniſs folgenden Versuches stimmt ganz mit dem vorigen überein, nur ist das Resultat noch auffallender. Die Anordnung war anfangs ganz wie im Versuche *a*, nur waren die Platinplatten durch Kupferplatten ersetzt. In beiden Trögen fand sich ebenfalls destillirtes Wasser. Es entstand wieder ein kleiner Ausschlag zu Gunsten des Trogs *A*. Jetzt wurde ein Theil des destillirten Wassers im Troge *B* durch rauchende Salpetersäure ersetzt, so daſs an *Z'* die lebhafteste Gasentwicklung eintrat. Auch in diesem Falle nahm der Ausschlag nach der anfänglichen Richtung, welche durch die Pfeile bezeichnet ist, zu. Als dann jeder Trog für sich geschlossen wurde, verhielt sich die Kraft des Trogs *A* zur Kraft des Trogs *B* wie 1 : 813.

Ich habe noch einige abgeänderte Versuche dieser Art von ganz analogem Erfolge angestellt, die ich nicht anführe, da sie nicht mehr und nicht weniger beweisen, als die beiden vorigen.

Man muſs freilich, wenn man Versuche dieser Art auch mit anderen Metallen und anderen Flüssigkeiten als hier angegeben anstellt, *nicht immer* erwarten, daſs der Ausschlag nach der ersten Richtung zunehmen werde; er kann sich, bei Verstärkung der Flüssigkeit im Troge *B*, auch zuweilen wirklich umkehren, wie es die chemische Theorie erwartet, aber diese Umkehrung ist verhältniſsmäſsig nur schwach, wie sehr man auch die Flüssigkeit verstärken mag, und die Wirkung der combinir-

ten Ketten A und B ist aufser Verhältnifs geringer, als der Ueberschufs der Kette B (mit sehr verstärkter Flüssigkeit) über A in getrenntem Zustande; so dafs die Schwierigkeit für die chemische Theorie im Grunde selbst hier noch fortbesteht.

Diese Fälle erklären sich aus Veränderungen, welche die Metalle im Troge B durch die hinzugefügte Flüssigkeit erfahren, wodurch nach Umständen der Abstand der Platten Z', P' gröfser oder kleiner als der Abstand der Platten Z, P werden kann.

Eigentlich lassen sich daher solche Versuche, wo verschiedene Flüssigkeiten mit den Metallen in Berührung kommen, gar nicht ohne Rücksicht auf diese Veränderungen genau betrachten. *Sowohl aus* Faraday's, *als* Daniell's, *als* Becquerel's *u. s. w. Versuchen mit Ketten ohne Contact heterogener Metalle lassen sich daher bis jetzt auch nicht die geringsten reinen Folgerungen ziehen, so lange nicht dieser verändernde Einflufs der Flüssigkeiten auf die Metalle in Abzug gebracht ist, wo aber dann vielleicht das ganze Resultat verschwinden wird.* Meine Versuche über diesen Gegenstand sind unterbrochen worden; ich hoffe sie aber bald wieder aufnehmen zu können, und denke wohl, es wird sich ein bestimmtes Resultat in diesem Bezuge finden lassen. Unter vielen merkwürdigen Thatsachen, die aus diesen Veränderungen der elektromotorischen Beschaffenheit der Metalle durch die Flüssigkeit hervorgehen, und die ich künftig in Zusammenhang zu betrachten gedenke, will ich hier nur beispielsweise (unter No. 4) folgende erwähnen, zugleich eine neue Aufgabe der Erklärung für die chemische Theorie:

4) Der nachstehende Versuch beweist, dafs unter Umständen, bei Verstärkung der chemischen Wirkung mittelst Verstärkung der Leitungsflüssigkeit, die Wirkung der Kette abnimmt, statt zuzunehmen.

Eine Zink-Kupferplatte wurde mittelst eines Multi-

plicators von aufserordentlich grofsem Leitungswiderstande [1]) (so dafs der Widerstand der Flüssigkeit in der Kette nicht merklich dagegen in Betracht kam) einmal in ganz schwach salpetersaurem Wasser, das andere Mal (nach zuvoriger Reinigung der Platten) in so stark mit rauchender Salpetersäure versetztem Wasser, dafs sowohl am Kupfer als Zink sehr lebhafte Gasentwicklung eintrat, geschlossen. Die Kraft in der ganz schwachen Säure verhält sich zur Kraft in der starken Säure wie 1,00 zu 0,72; war also in letzterer merklich um $\frac{1}{4}$ kleiner. Wie soll man diefs nach der chemischen Theorie erklären? Nach der Contact-Theorie ist die Erklärung diese: durch die Zufügung der vielen Salpetersäure wird freilich der Leitungswiderstand der Flüssigkeit vermindert; diefs gewährt aber bei Schlufs mit einem so langen Multiplicator, gegen welchen der Widerstand der Flüssigkeit ohnehin verschwindet, keinen Nutzen; aufserdem bewirkt die Salpetersäure eine Veränderung der Art an den Metallen, dafs ihre elektromotorische Wirkung dadurch verringert wird; und hiedurch wird der verminderte Effect in dem stark sauren Wasser bedingt. Thatsachen, welche zeigen, dafs diese Erklärung die richtige sey, wird man in späteren Untersuchungen von mir nicht vermissen. Natürlich übrigens mufs der Erfolg gerade entgegengesetzt ausfallen, wenn man statt eines Multiplicators von grofsem Widerstande einen solchen von kleinem Widerstande anwendet. In der That, als der Versuch mit einem, nur eine kurze Drahtlänge enthaltenden Multiplicator ganz unter denselben Umständen wiederholt wurde, zeigte sich die Kraft in der starken Säure nahe acht Mal so grofs als in der schwachen; wir haben hier also das bemerkenswerthe Resultat, dafs die-

1) Dieser Multiplicator, auf dessen, für gewisse Versuche ausgezeichnete, Wirkungen ich bei anderen Versuchen zurückkommen werde, besteht aus einer Länge von mehr als 16000 Fufs ganz dünnem Kupferdraht.

selbe Verstärkung der Leitungsflüssigkeit, welche bei einem kurzen Multiplicator die Kraft vermehrt, dagegen bei einem langen solche vermindert.

Solche Fälle lassen sich übrigens nach anderweiten Versuchen über die Veränderungen der Metalle durch die Flüssigkeiten beliebig voraussagen, und ich werde später Gelegenheit nehmen, mehrere dergleichen mitzutheilen.

II. *Untersuchungen über Elektricität, mit besonderer Rücksicht auf die Theorie der galvanischen Kette; von P. S. Munck af Rosenschöld in Lund.*

(Schlufs von S. 227.)

B. Ueber die bei geschlossenen galvanischen Ketten eintretenden Ladungserscheinungen.

Bisher sind nur Beispiele der Ladung angeführt, wo keine Erregungsstelle im Umfange der zu ladenden Körper statt findet, wie solches der Fall ist, wenn nur homogene Leiter angewandt werden. Setzt man eine Combination heterogener, besonders starrer und flüssiger Stoffe der Einwirkung eines elektrischen Stromes aus, sind zwar die Erscheinungen, obgleich weit mehr in die Augen fallend, der Hauptsache nach dieselben; der innere Vorgang der Ladung aber ist ein ganz anderer, dessen richtige Erklärung für die Theorie der galvanischen Kette von gröfster Wichtigkeit ist. Ritter's Ladungssäule besteht, wie bekannt ist, aus Scheiben von nur einem Metalle, z. B. Kupfer und feuchter Pappe, die wechselsweise über einander gelegt werden. Weil hier die Spannungen zwischen dem Metalle und der Flüssigkeit, der

Flüssigkeit und dem Metalle, die von gleicher Gröſse, aber dem Zeichen nach einander entgegengesetzt sind, sich immer aufheben, so ist die Wirkung dieser Säule an und für sich Null; nachdem aber ein kräftiger Strom durch dieselbe geleitet ist, so wird sie wirksam, und zwar auf die Weise, daſs der positive Pol jenem Ende zugehört, durch welches der Strom hineingegangen war, und hieraus folgt, daſs der Strom der geladenen Säule demjenigen der ladenden entgegengesetzt seyn muſs. Es ist nicht zu verkennen, daſs der hier eingetretenen Ladung das oben angeführte Gesetz zum Grunde liegt; es kommt nur darauf an, auf welche Weise eine Totalspannung hervorgerufen wird, die ungleich gröſser, als die Totalspannung eines homogenen Leiters von demselben Leitungswiderstande und derselben Länge wie die Ritter'sche Säule, wenn durch beide ein gleich starker Strom geht. Mit eben diesen Erscheinungen der Ladungen steht das sogenannte *Wogen der Kraft* einer galvanischen Kette in unverkennbarem Zusammenhange. Werden die Pole einer elektrischen Säule durch einen guten Leiter verbunden, so tritt nur in den ersten Augenblicken ein Strom ein, der der Summe der Spannungen und dem Gesammtwiderstande der verschiedenen Theile der Säule entspricht; bald bemerkt man eine im Fortgange der Schlieſsung mehr oder minder regelmäſsige, von besonderen Umständen modificirte Abnahme der Stromkraft, die oft so weit geht, daſs fast alle Wirkung ausbleibt. Durch Oeffnen der Kette stellt sich die vorige Wirksamkeit nach und nach wieder ein. Es giebt sich also hier eine abwechselnde Ab- und Zunahme der Wirkung zu erkennen, und eben diese Wandelbarkeit, den Stein des Anstoſses der Volta'schen und den Grund fast allen Zwiespalts und aller Verwirrung der theoretischen Ansichten, nennt man *das Wogen der Kraft der galvanischen Kette.* Ich fange meine Untersuchung an, mit dem

Wogen der Kraft der einfachen galvanischen Kette, welches den Erklärungsgrund fast aller übrigen Erscheinungen der Ladung in sich faſst.

Das die bisherigen Bemühungen, die Ursache des Wogens der Kraft der galvanischen Kette zu entdecken, nicht den erwünschten Erfolg gehabt haben, hat, meiner Meinung nach, zum Theil darin seinen Grund, daſs man nicht den ganz richtigen Weg befolgt hat. Bei der Untersuchung der Umstände, von welchen die Wirkungsabnahme der Ketten abhängt, hat man sich in neuerer Zeit fast ausschlieſslich des elektromagnetischen Multiplicators bedient, welcher doch aus mehr als einer Ursache *allein* nicht zum Ziele führen kann. Dieses Instrument als Anzeiger des Stromes der geschlossenen Kette giebt Ausschläge, die der Summe der Spannungen proportional sind, ohne die Beschaffenheit irgend einer einzelnen Spannung anzuzeigen. Man betrachte z. B. eine einfache galvanische Kette von Zink, Kupfer und einer Flüssigkeit. Hier sind drei Spannungen, von welchen die Gröſse des Stromes nach Schlieſsung der Kette abhängt, nämlich die Spannung zwischen dem Zink und dem Kupfer, dem Kupfer und der Flüssigkeit, der Flüssigkeit und dem Zink. Nimmt man hier an, daſs eine Veränderung des Stromes, die durch eine Veränderung der elektromotorischen Kraft bedingt ist, während der Schlieſsung eintritt, sind hier mehrere Fälle möglich. Es kann nämlich entweder nur eine von den genannten Spannungen sich verändern, oder zwei, oder sogar alle drei, ferner kann die eine Spannung zunehmen, während der Abnahme der andern; von allen diesen einzelnen Veränderungen aber giebt der Multiplicator keine an, sondern er zeigt nur die Totalveränderung. Es giebt noch eine andere Ursache weswegen der Gebrauch des Multiplicators irre führen kann. Der Strom einer gal-

en Kette wird nämlich durch $\frac{A}{L}$, d. h. durch die

durch den Leitungswiderstand dividirte elektromotorische Kraft ausgedrückt. Eine Verminderung des Stromes kann also von zwei sehr verschiedenen Ursachen abhängen, nämlich von einer Verminderung der elektromotorischen Kraft oder von einer Vermehrung des Leitungswiderstandes; wenn man aber nicht zu ganz besonderen Hülfsmitteln seine Zuflucht nimmt, so wird der elektromagnetische Multiplicator nicht anzeigen in wie weit beide oder nur die eine Ursache die Veränderung des Stromes herbeigeführt hat. Es giebt ein anderes Instrument, das zwar weniger leicht zu brauchen, aber mit der eben erwähnten Unvollkommenheit nicht behaftet ist, und dieses ist der elektrische Condensator. Der Condensator ist nicht nur darum empfehlungswerth, weil er die elektromotorische Kraft einer Kette von ihrem verschiedenen Leitungswiderstande ganz unabhängig angiebt; sein Gebrauch wird um so wichtiger, weil man dadurch fähig wird Fläche für Fläche die einzelnen Spannungen, sowohl ihrer Art als Gröfse nach, untersuchen zu können, und auf diese Weise zu einer wahren Analyse der galvanischen Kette zu gelangen. Es ist jedoch keinesweges meine Meinung, dafs der Gebrauch des Multiplicators bei Untersuchungen dieser Art bei Seite gesetzt werden solle. Wie viel der mit Umsicht gebrauchte Multiplicator leisten könne, davon liefern die sehr verdienstvollen Maafsbestimmungen über die galvanische Kette von Fechner ein Beispiel. Die Anwendung des Multiplicators ist unstreitig das leichteste und bequemste Mittel die Veränderung des Stromes zu entdecken und zu messen, und man wird daher am sichersten zu einer genauen Kenntnifs der galvanischen Kette gelangen, wenn man gleichzeitig sich beider Instrumente, des Condensators und des Multiplicators, bedient.

Wegen der Wichtigkeit, die Spannungen, welche in der Berührungsstelle zweier Glieder der Kette stattfinden, genau kennen zu lehren, habe ich allen Fleifs

darauf verwendet, einen guten Condensator einzurichten. In diesen Annalen, Bd. XXXV S. 47, habe ich eine eigene Vorrichtung angegeben, die Condensatorplatten vermittelst sehr kleiner Gummilackstücke durch eine dünne Luftlage zu trennen. Dieser Vorschlag ist von Herrn Prof. Pfaff in Kiel kritisirt worden [1]) und zwar nicht mit Unrecht; denn ein Condensator nach meiner Anweisung kommt, wie ich nachher gefunden habe, den nach Pfaff's Methode eingerichteten nicht gleich. Sein Fehler besteht jedoch nicht darin, dafs er falsche Resultate giebt; nur wegen gröfserer Empfindlichkeit ist es vortheilhafter die Platten durch Firnifs zu trennen [2]). Bei der Untersuchung über Jäger's trockne Säulen habe ich Gelegenheit gehabt, die Umstände zu untersuchen, worauf es beim Anbringen des Firnisses ankommt, um den gröfsten Effect zu erhalten. Der Firnifs, wozu ich eine Auflösung von Schellack und Alkohol brauche, mufs sehr diluirt seyn; man giebt den Platten so viele Anstriche, bis man gefunden hat, dafs keine Durchleitung der Elektricität stattfindet. Ist die Firnifsschicht zu dick, so verliert der Condensator an Empfindlichkeit, und giebt ohnediefs leichter zu elektrophorischen Wirkungen Anlafs. Nachdem der Firnifs aufgetragen und trocken geworden ist, müssen die Platten ein wenig, aber ja nicht zu viel, gegen einander gerieben werden, durch welches Verfahren die Vergröfserungszahl beträchtlich vermehrt wird. Ein auf diese Weise eingerichteter Condensator erhält sich, besonders wenn die Empfindlichkeit auf das Höchste getrieben ist, nicht lange Zeit gleich gut. In dem Maafse, als der Firnifs härter und compacter wird, verstattet er der Elektricität leichteren Durchgang, und

1) Revision der Lehre vom Galvanismus, S. 15.

2) Ich halte, wenn es auf grofse Condensation nicht ankommt, einen Condensator, dessen Platten nur durch eine Luftlage von constanter Dicke getrennt sind, am besten geeignet, genaue Resultate zu liefern.

der Condensator wird weniger brauchbar. Es ist dann nothwendig den Firnifs wegzuschaffen und neuen aufzutragen. Hierin liegt auch der Grund, dafs bei den folgenden Versuchen die Vergröfserungszahl meines Condensators nicht immer dieselbe ist.

1) Ladungserscheinungen bei trocknen Ketten.

Es ist leicht einzusehen, dafs die Veränderlichkeit des Stromes einer nassen galvanischen Kette zum Theil chemischen Ursprungs sey. Es werden nämlich die Metallplatten von der Flüssigkeit angegriffen, die Flüssigkeit selbst wird zersetzt und neue Producte werden gebildet, welches leicht eine Veränderung, sowohl der elektromotorischen Kraft als des Leitungswiderstandes herbeiführen kann; aber diefs sind, wie besonders Fechner gezeigt hat, nur aufserwesentliche Umstände, die die Untersuchung über die eigentliche Ursache des Wogens der Kraft erschweren. Es ist daher von Wichtigkeit eine galvanische Kette zu erfinden, welche, nachdem die Möglichkeit der chemischen Wirkung entfernt worden, doch einen hinlänglich starken Strom hervorbringt, damit das Wogen der Kraft durch die Angaben der Magnetnadel beobachtet werden könne. Es ist mir gelungen eine solche Kette wirklich zu Stande zu bringen. Dabei reducirt sich alles darauf, den Leitungswiderstand bei den sogenannten trocknen Ketten auf sein Minimum zu bringen, wobei es hauptsächlich auf eine schickliche Wahl des Zwischenkörpers ankommt. Anfangs brauchte ich hierzu schwefelsaures Zinkoxyd; nachher habe ich aber gefunden, dafs das Chlorzink weit bessere Dienste leistet. Dieses deliquescirende Salz hat die besondere Eigenschaft, dafs es in einem Zustande, wo es ganz trocken zu seyn scheint, sehr stark leitet; man kann es sogar bei einer Temperatur von 200° austrocknen, ohne dafs sein Leitungsvermögen gänzlich verschwindet. Dieser Umstand beruht jedoch nur auf einem Hinterhalte von flüssigem

Wasser, das so zu sagen in dem Salze latent ist; denn alle im Wasser auflösliche Salze sind, nach meiner Erfahrung, selbst wenn sie Krystallwasser enthalten, an und für sich Nichtleiter der Elektricität. Mein Verfahren war folgendes: Von ungeleimtem, etwas dünnem und sehr ebenem Papiere wurde eine Scheibe zugeschnitten, deren Durchmesser etwas kleiner war, als der Durchmesser der hier gebrauchten, gut an einander geschliffenen Zink- und Kupferplatten, der ungefähr 5 Zoll betrug. Die Papierscheibe wurde in mäfsig starker Chlorzinklösung getränkt, und, nachdem das Wasser beträchtlich verdunstet war, über die eine Platte gelegt, worauf diese mittelst einer Spirituslampe erhitzt wurde. Nachdem die Papierscheibe, dem Anscheine nach, ganz trokken und steif geworden war, wurde die andere Platte auf diese gelegt, und beide Metallplatten mittelst hölzerner Schrauben gegen einander gedrückt. Die Dünne des Zwischenkörpers und die genaue Berührung der Flächen, die durch den Druck noch vollkommener wurde, kam dem an und für sich bedeutenden Leitungsvermögen des Zinksalzes in solchem Grade zu Hülfe, dafs nach dem Schliefsen der Kette ein Strom erzeugt wurde, der stark auf die Nadel des Multiplicators wirkte. Das Papier kann nur durch die Kante langsam ein wenig Feuchtigkeit anziehen, welches jedoch ganz verhindert wird, wenn der Rand der Platten mit geschmolzenem Harze umgeben wird.

Das allgemeine Verhalten einer nach voriger Anweisung eingerichteten galvanischen Kette ist folgendes: Wenn das Papier nicht mehr als nöthig ausgetrocknet ist, wird im Anfange der Schliefsung der Kette ein Strom erzeugt, der ungefähr 60° des von mir gebrauchten elektromagnetischen Multiplicators mit Doppelnadel von 160 Windungen Kupferdraht entspricht. Die Wirkung nimmt gerade wie bei einer nassen Kette im Fortgange der Schliefsung ab, und durch Oeffnen wieder zu; die Wir-

kungsabnahme aber, obgleich sehr verschieden, befolgt im Allgemeinen einen viel rascheren Gang, als bei gewöhnlichen Ketten. Nur bei der ersten Schliefsung wird es der Nadel möglich einen festen Stand zu nehmen; bei den folgenden nimmt die Wirkung so schnell ab, dafs sie nicht zur Ruhe kommen kann. Im Allgemeinen, je längere Zeit die Kette geschlossen gewesen ist, desto schneller ist die Wirkungsabnahme bei neuer Schliefsung, bis zuletzt die Dauer des Stromes nur augenblicklich ist. In diesem Falle springt die Nadel zwar anfangs heftig zu, aber die nachfolgenden Schwingungen geben zu erkennen, dafs die Wirkung fast auf Null gesunken ist. Wenn die Wirkungsabnahme so langsam ist, dafs man sie beobachten kann, erfolgt sie regelmäfsig, nur mit abnehmender Geschwindigkeit, ohne Sprünge. Wird die Kette durch einen unvollkommenen Leiter, z. B. Wasser, geschlossen, so nimmt der Strom weniger schnell an Stärke ab, als wenn ein vollkommener Leiter zur Schliefsung angewandt wird. Die Wirkungswiederherstellung nach Oeffnen der Kette steht fast im umgekehrten Verhältnisse zu der Wirkungsabnahme. Bisweilen werden ganze Stunden erfordert die Kette in Stand zu setzen einen Strom wieder zu erzeugen, der durch eine augenblickliche Schliefsung vernichtet wird. Setzt man die Kette mit einer gewöhnlichen nassen Kette von drei bis vier Paaren auf die Weise in Verbindung, dafs die Summen der Spannungen beider Ketten derselben Art dem Zeichen nach sind, so kommt sie nach der Schliefsung sehr bald in einen Zustand, wo sie, wenn sie allein geschlossen wird, entweder gar keinen oder einen entgegengesetzten Strom erzeugt. Sind aber beide Ketten so verbunden, dafs die Summen der Spannungen entgegengesetzte Zeichen haben, so findet das umgekehrte Verhältnifs statt, und der Strom der Kette wird vermehrt. Es erhellt also, dafs diese trockne Kette, hinsichtlich der Ladung und des Wogens der Kraft, sich

im Ganzen wie eine gewöhnliche nasse verhält. Ich gehe jetzt zu einzelnen Versuchen über.

Versuch 1. Nachdem die trockne Kette eine Zeit lang durch einen metallischen Leiter geschlossen war, wurde sie geöffnet, und während der langsamen Wiederherstellung der Wirkung wurde ihr elektroskopisches Verhalten vermittelst Volta's Strohhalmelektrometers [1]), der mit einem Condensator von kupfernen Platten versehen war, in verschiedenen Zeitintervallen untersucht. Der Condensator wurde, um die Messungen recht deutlich zu machen, in dem Grade empfindlich gemacht, dafs die Spannung zwischen Zink und Kupfer 25° des Elektrometers betrug, welchem eine Vergröfserungszahl von wenigstens 1500 entspricht [2]). Die Messungen waren von

1) Ich nehme hier mit Volta an, dafs die elektroskopische Kraft dem Bogen, welcher der Entfernung der Pendel entspricht, proportional sey. Die Erfahrung bestätigt, innerhalb gewisser Gränzen, diesen Satz, obgleich er mit dem bekannten Gesetze Coulomb's nicht übereinzustimmen scheint. Es ist schlimm, dafs es kein recht sicheres und leicht anwendbares Mittel giebt, die elektroskopische Kraft zu messen. Ohm hat hierzu eine sehr sinnreiche, auf die Theorie des Condensators gegründete Methode angegeben (Schweigg. neues Jahrbuch der Chemie und Physik, Bd. III S. 403); es ist jedoch nicht möglich sich desselben zu bedienen, wenn nicht die zu messende Spannung eine gewisse Zeit hindurch unveränderlich ist.

2) Die Uebertragungen der Elektricität von dem einen Condensator auf einen zweiten, die Pfaff, um kleine Spannungen wahrnehmbar zu machen, anwendet (Revision der Lehre vom Galvanismus, S. 47), habe ich bei diesem Condensator nicht nöthig gefunden. Wenn die Empfindlichkeit so weit getrieben ist, dafs einer Zink-Kupferspannung 20° des Strohhalmelektrometers entspricht, kann ich ohne Beihülfe eines zweiten Apparats auch die schwächsten Spannungen, z. B. die, welche bei der Berührung des Kupfers mit verschiedenen Salzlösungen stattfinden, noch gut wahrnehmen. Man gewinnt auf diese Weise an Zeit, und läuft weniger Gefahr durch elektrophorische Wirkungen getäuscht zu werden. Von dem Vorzug des hier gebrauchten Condensators vor dem, Bd. XXXV S. 47 dieser Annalen, vorgeschlagenen kann man sich dadurch einen Begriff machen, dafs

von zweierlei Art. Erstens wurde die Zinkplatte mit der unteren Platte des Condensators in unmittelbare Berührung gebracht, während die Kupferplatte mittelst einer unten angebrachten, mit destillirtem Wasser befeuchteten Pappscheibe auf der Hand ruhte [1]). Zweitens wurde die Kupferplatte mit der unteren Condensatorplatte verbunden, indem die Zinkplatte auf gleiche Weise auf der Hand ruhte. Zwischen je zwei solchen Messungen, die unmittelbar nach einander vorgenommen wurden, wurde eine Weile gewartet, um der elektromotorischen Kraft Zeit zu geben, sich etwas zu erholen. Die Divergenzen, die immer negativ ausfielen, waren folgende, wo die Columne *a* die nach der ersten und *b* die nach der zweiten Art vorgenommenen Messungen angiebt:

a.	*b.*
3°	20°
8	16 ½
15 ½	8 ½
18 ½	6 ½
21 ½	2 ½
22 ½	1 ½.

Hier ist, wie man sieht, die eine Reihe zu- und die

jener die Spannung zwischen Kupfer und Gold eben so stark angiebt, wie dieser die Spannung zwischen Zink und Kupfer, nämlich gleich 4° des Strohhalmelektrometers. Nach mehreren Versuchen fand ich im Mittel die Spannung zwischen Kupfer und Silber 2½°, zwischen Kupfer und Gold 4° und zwischen Kupfer und Platina 4½°. Wird die kupferne Collectorplatte mit einem Stücke braunem Bleihyperoxyde berührt, so schlagen die Strohhälmchen nach Trennung der Platten mit positiver Elektricität gegen die Glaswände an.

1) Die hölzernen Schrauben, womit die Platten an einander geschraubt sind, machen der Genauigkeit der elektrometrischen Messungen keinen Eintrag, denn ihr Leitungswiderstand ist so groſs, daſs der Leitungswiderstand des Zwischenkörpers gegen ihn völlig verschwindet, und die Kette ist daher als ganz offen anzusehen.

andere abnehmend. Beide dienen einander zur Controle auf die Weise, dafs die Summe der einander gegenüberstehenden Zahlen -25 seyn mufs. Uebersieht man die Spannung zwischen den Metallen und dem Wasser, die an und für sich sehr klein ist, und zum Theil oder ganz von der Spannung zwischen der oberen Condensatorplatte und der hier zur Verbindung mit der Erde angebrachten feuchten Pappscheibe aufgehoben wird, und nennt die Spannung zwischen dem Kupfer und dem Chlorzink x, die Spannung zwischen dem Chlorzink und dem Zink y, und setzt die constante Spannung zwischen dem Zink und dem Kupfer, der Einfachheit wegen, weil die Einheit, welche dem Zifferwerthe zum Grunde liegt, nichts zur Sache thut, schlechthin gleich 25, und vernachlässigt die durch die Ladung der gleichartigen Theile der Kette hervorgebrachten Spannungen als bis zur Unwahrnehmbarkeit klein; so wird die Summe der Spannungen bei der ersten Messung, in der Richtung von unten nach oben $=x+y+25$, und bei der zweiten Messung, ebenfalls in der Richtung von unten nach oben gerechnet, $=-y-x$. Es ist aber in einer offenen Kette, deren unteres Glied mit dem Boden in Verbindung steht, die elektroskopische Kraft des obersten Gliedes der Summe aller Spannungen mit entgegengesetztem Zeichen gleich. Die Zahlen der ersten Columne werden also durch $-x-y-25$, und die der zweiten durch $y+x$ repräsentirt, und also wird die Summe der einander gegenüberstehenden Zahlen, wenn nämlich vorausgesetzt wird, dafs x und y sich während der Zeit beider Messungen nicht merkbar verändert haben, $=-x-y-25+y+x=-25$, wie es auch der Codensator ziemlich genau angiebt. Ganz genaue Uebereinstimmung kann man bei ähnlichen Messungen aus mehreren Ursachen, welche hier anzuführen überflüssig wäre, nicht erwarten. Die Zahlen der ersten Columne sind, wenn man das Zeichen umkehrt, der ganzen elektromotorischen Kraft oder der Summe der Spannungen der Kette gleich.

Aus diesem Versuche erhellt, daſs die Ursache der Wirkungsabnahme der Kette hauptsächlich davon herrührt, daſs die elektromotorische Kraft im Fortgange der Schlieſsung abnimmt. Wird nämlich die Kette offen gelassen, so erholt sie sich nach und nach wieder, wie die erste Columne zu erkennen giebt.

Versuch 2. Dieser Versuch wurde so angestellt, daſs nach den beiden ersten, auf die erwähnte Weise vorgenommenen Messungen, die Stärke des Stromes durch den Multiplicator gemessen wurde. Weil die Wirkungsabnahme nach der Schlieſsung hier sehr schnell erfolgte, wurde es nicht möglich den bleibenden Stand der Nadel zu erwarten oder Fechner's Berechnung der Schwingungen anzuwenden; ich begnügte mich also, nur die erste Ablenkung zu beobachten. Die Kette war im Voraus sehr lange geschlossen worden, um die Wirkungswiederherstellung recht langsam zu machen, damit nicht der elektrische Zustand sich merklich ändere während der Zeit, die nöthig war, um die drei Messungen vorzunehmen. Das Resultat ist durch folgende tabellarische Aufstellung zu ersehen, wobei *a* und *b* dieselbe Bedeutung wie im vorigen Versuche haben, *c* aber die Ablenkung der Nadel angiebt.

a.	*b.*	*c.*
$1\frac{1}{2}°$	24°	2°
3	23	6
$4\frac{1}{2}$	$21\frac{1}{2}$	$10\frac{1}{2}$
7	18	17
9	$15\frac{1}{2}$	32
12	$13\frac{1}{2}$	46
$15\frac{1}{2}$	$9\frac{1}{2}$	61
17	$6\frac{1}{2}$	67
(14	10	62)
20	6	72
22	4	75.

Obwohl die Angaben der Nadel mit der Columne *a*, welche die elektromotorische Kraft der Kette angiebt nicht vollkommen übereinstimmt, so kann doch nicht in Abrede gestellt werden, dafs die Gröfse des Stromes sich nach der Totalspannung der Kette, wie sie von dem Condensator gemessen wird, in der Hauptsache richte. Die Unregelmäfsigkeiten, welche hier obwalten, wenn sie nicht ganz eine Folge zufälliger Umstände sind, müssen darin ihren Grund haben, dafs sich der Uebergangswiderstand zwischen den Platten und dem Zwischenkörper verändert. Die Verminderung der elektromotorischen Kraft, welche bei den eingeschlossenen Zahlen bemerkt wird, rührt davon her, dafs durch die vorige Schliefsung der Kette eine Wirkungsabnahme stattfand, und dafs nicht gehörig gewartet wurde, ehe die folgenden Messungen vorgenommen wurden. Aus eben diesem Grunde kann ich keinen besonderen Werth auf die Genauigkeit der Angaben der Nadel legen; denn selbst während der sehr kurzen Dauer der Schliefsung fand ein Abfall der Kraft statt.

Versuch 3. Eine in Chlorzinklösung getränkte Papierscheibe wurde getrocknet, und die Spannungen, welche bei der Berührung der Scheibe mit Zink und Kupfer erzeugt wurden, mittelst des Condensators, der jetzt eine Zinkkupferspannung durch 10° angab, gemessen. Die erste Spannung, nämlich zwischen dem Chlorzink und Zink, fand ich gleich 2, die andere dagegen war unmerkbar. Das y ist also hier als 2 und x als Null anzusehen. Nachdem die Papierscheibe, die keine Feuchtigkeit eingezogen hatte, zwischen die etwas warmen Zinkkupferplatten gelegt und vermittelst Schrauben gegen sie gedrückt war, wurde der Strom dreier über einander gelegter Plattenpaare von Zink und Kupfer mit Salmiaklösung durch die Kette so geleitet, dafs seine Richtung mit der des Stromes der Kette übereinstimmte. Auf diese Weise wurde die Wirkung der Kette gänz-

lich zerstört, welches sowohl die Messungen mittelst des Condensators als das Stillstehen der Magnetnadel zu erkennen gab. Nachdem ich mich überzeugt hatte, dafs dieser Zustand sich nicht merkbar änderte, wurden die Schrauben los gemacht und die Platten getrennt. Die Papierscheibe war ganz trocken und steif. Die Spannungen zwischen dem Kupfer- und dem Chlorzink, dem Chlorzink und dem Zink wurden wieder gemessen; jene betrug jetzt —12 und diese 2 wie vorher. Es ist also das x, welches vorher Null war, bis auf —12 angewachsen. Man hat also hier die Summe der Spannungen der Kette gleich $2-12+10$, woraus sich richtig Null ergiebt. Die Ursache der Wirkungsabnahme der Kette liegt also diesem Versuche zufolge darin, dafs eine Gegenspannung zwischen dem Kupfer und dem Chlorzink erzeugt wird, die zuletzt den übrigen beiden Spannungen die Wage hält und den Strom vernichtet. Die Spannung zwischen dem Kupfer und der Papierscheibe, wenn diese der Luft ausgesetzt wurde, nahm allmälig ab und verschwand zuletzt. Wurde sie dann wieder zwischen die Platten gelegt, war der Strom in jener vollen Stärke wieder da.

Versuch 4. Zwischen die geschliffenen Zink- und Kupferplatten wurden drei, in Chlorzinklösung getränkte und wohl ausgetrocknete Papierscheiben gelegt, und alles durch Schrauben zusammengeprefst. Die Wirkung der Kette auf die Nadel war hier wegen gröfserer Dicke des Zwischenkörpers und wegen vollkommneren Austrocknens schwächer als beim vorigen Versuche, doch hinreichend stark. Nachdem die Wirkung der Kette durch den Strom der Salmiakpaare genau aufgehoben war, wurden die Platten getrennt. Der Condensator gab die Spannung zwischen Zink und Kupfer dieses Mal durch 17° an. Ich fand die Spannung zwischen der Papierfläche und der Zinkfläche, die während der Wirkungsabnahme mit einander in Berührung waren, unmerkbar,

die Spannung aber zwischen der Kupferfläche und derjenigen Papierfläche, die diese berührt hatte, betrug jetzt —16. Die Summe der Spannungen ist also = —16 +0+17=1. Dafs sie nicht ganz Null ist, kann, den bei diesen Messungen unvermeidlichen Fehler ungerechnet, davon herrühren, dafs der elektromotorische Zustand der Papierscheiben sich etwas verändert hatte. Nachher wurden die Spannungen zwischen den beiden Metallflächen und den übrigen Papierflächen gemessen. Zwischen der abgekehrten Fläche der der Zinkplatte zunächst liegenden Papierscheibe und der Zinkfläche betrug die Spannung $2\frac{1}{2}{}^{\circ}$, und eben so verhielten sich die beiden Flächen der mittleren Papierscheibe und die zunächst liegende der dritten in Berührung mit der Zinkfläche; aber die, der Kupferplatte zugekehrte, Fläche der dritten Papierscheibe war viel stärker positiv gegen die Zinkfläche, als die übrigen. Die Kupferfläche wurde mit allen Papierflächen, diejenige ausgenommen, womit sie während der Wirkungsabnahme in Berührung war, nur sehr schwach negativ. Die starke Spannung zwischen der Kupferfläche und der Papierfläche, die vor der Trennung der Platten einander berührt hatten, war sehr lange merkbar, ehe sie verschwand. Bei Wiederholung desselben Versuchs erhielt ich fast dasselbe Resultat, nur mit der Veränderung, dafs die Kupferfläche mit der Papierfläche, die dem Zink zunächst gelegen hatte, etwas merkbarere Elektricität, als mit den übrigen, die keine von den Metallflächen berührt hatten, hervorbrachte. Es ist unumgänglich nöthig, damit dieser Versuch gelinge, dafs die Papierscheiben so trocken sind, dafs die Metallflächen nicht im Mindesten feucht werden, sonst wird die Kupferplatte gegen alle Papierflächen in gleichem Grade negativ. Die Ursache ist leicht einzusehen.

Durch diese beiden letzteren Versuche erhellt, dafs die Wirkungsabnahme einer galvanischen Kette hauptsächlich auf Gegenspannungen, die in vorzüglichem Grade

zwischen dem negativen Metalle und dem Zwischenleiter eintreten, beruht [1]). Die Ursache liegt bei den trockenen Ketten nur in einem veränderten elektromotorischen Zustande der Oberfläche des Zwischenkörpers, welches daraus erhellt, dafs sich die Kupferfläche mit den übrigen Papierflächen normal verhielt. Es wäre aber nicht richtig hier anzunehmen, dafs die Kupferfläche ihren Platz in der elektrischen Serie verändert hätte. Es folgt zugleich aus dem letzten Versuche, dafs die veränderte Spannung nur zwischen der Metallfläche und der sie unmittelbar berührenden Fläche des Zwischenleiters stattfindet; denn selbst die abgekehrte Fläche der, der Metallplatte zunächst liegenden Papierscheibe verhielt sich mit dieser normal.

Es kann gar nicht in Zweifel gezogen werden, dafs die bei den beiden letzten Versuchen erzeugten Gegenspannungen eine Folge einer Ladung nach dem oben aufgestellten Gesetze seyen. Es ist nicht möglich, bei einer Kette, deren Zwischenkörper so trocken ist, dafs die Metallflächen gar nicht feucht werden, einen chemischen Erklärungsgrund zu suchen. Es ist jedoch nicht Zeit, ehe die Erscheinungen der Ladung der nassen Ketten untersucht worden sind, mich in eine Erklärung einzulassen, warum gerade in einer Erregungsstelle eine so grofse Gegenspannung entsteht, und warum diese bei dem negativen Metalle weit beträchtlicher als bei dem

1) Fechner ist der Meinung, dafs die Wirkungsabnahme der galvanischen Ketten mehr auf einem Steigen des Uebergangswiderstandes, als von einem Sinken der elektromotorischen Kraft beruhe. (Maafsbestimmungen über die galvanische Kette, S. 258. — Schweigg. neues Jahrb Bd. III S. 267.) Doch stimmen die Versuche Ohm's über den elektrischen Zustand der geschlossenen galvanischen Kette (Schweigg. neues Jahrb. Bd, III S. 1) mit den meinigen überein. Ohm hat die zwischen dem negativen Metalle und der Flüssigkeit hervorgerufene Gegenspannung mit Hülfe des Condensators nachgewiesen, nimmt aber bei der Erklärung zu einem Zersetzungsacte der Flüssigkeit seine Zuflucht.

positiven sey. Hier will ich das Verhalten der trocknen Ketten oder Säulen in Bezug auf die Ladung verfolgen.

Die in den eben erwähnten Versuchen gebrauchte trockne galvanische Kette wurde dem Strome einer kräftigen Elektrisirmaschine ausgesetzt; es erfolgte aber keine Wirkung. Eben so unwirksam waren starke Schläge. Es verhielt sich aber ganz anders, wenn die in Chlorzinklösung getränkte Papierscheibe in dem Grade ausgetrocknet war, dafs der Strom der Kette auf die Magnetnadel nicht zu wirken vermochte. Wurde in diesem Falle die Zinkplatte mit dem positiven Conductor in Berührung gesetzt, während die Kupferplatte auf der Hand ruhte, so wurde die elektromotorische Kraft der Kette nicht allein aufgehoben, sondern ganz umgekehrt. Wenn dagegen die Kupferplatte den Conductor berührte, wurde die elektromotorische Kraft sehr vermehrt. So wie das Chlorzink durch eingezogene Feuchtigkeit besser zu leiten anfing, wurde die Wirkung des Stromes der Maschine weniger deutlich und hörte zuletzt auf. Verbindet man den positiven Pol einer trocknen Säule mit dem positiven Conductor, während man den negativen Pol mit der Erde in Verbindung setzt, so wird ihre elektroskopische Kraft sehr bedeutend erhöht. Durch einen entgegengesetzten Strom können die Pole leicht umgekehrt werden. Eine trockne Säule, zusammengesetzt aus 440, nur 4 Lin. im Durchmesser haltenden, Doppelscheiben von unechtem Silber- und echtem Goldpapiere, die nur eine Divergenz von 3° des Strohhalmelektrometers hervorbrachte, wurde, nachdem sie dem Strome einer grofsen Cylindermaschine, auf die beschriebene Weise, eine Zeit lang ausgesetzt war, in dem Grade wirksam, dafs die Divergenz des Elektrometers bis auf 30° stieg. Merkwürdig ist hier, dafs auch das Leitungsvermögen der Säule sehr zugenommen hatte. Zuvor leitete sie so schwach, dafs eine merkbare Zeit nöthig war, um die

einmal aufgehobene Divergenz des Elektrometers, womit der eine Pol der Säule verbunden war, wieder herzustellen; nachdem aber der Strom daselbst durchgeleitet, ladete sie sogar Leidner Flaschen fast augenblicklich bis auf ihre eigene Tension. Die durch den elektrischen Strom vermehrte elektrische Kraft der Säule nahm anfangs geschwinder, dann aber immer langsamer ab. Den folgenden Tag betrug sie noch 11° [1]). Eine andere trockne Säule von unechtem Silberpapiere und braunem Bleihyperoxyde von 660 Paaren, deren Scheiben auch 4 Linien im Durchmesser hatten, wurde auf gleiche Weise dem Strome der Maschine ausgesetzt. Ihre elektroskopische Kraft stieg von 18° des ersten bis auf 10° des zweiten Volta'schen Elektrometers, aber das Leitungsvermögen, das vorher ziemlich bedeutend war, nahm nicht mehr zu. Werden die Pole einer trocknen Säule durch einen guten Leiter verbunden, so nimmt ihre Wirkung ab, um so mehr, je längere Zeit die Schliefsung gedauert hat. Man kann auf diese Weise das continuirliche Sinken der elektromotorischen Kraft sehr gut beobachten, wenn man die Säule in verschiedenen Zeitperioden öffnet und sogleich wieder schliefst. Es ist jedoch nothwendig, um die Erscheinungen von der Zeit unabhängig zu

1) Ich will Denjenigen, welche trockne Säulen besitzen, deren Wirksamkeit aber mit der Zeit verloren gegangen ist, rathen, den Strom einer kräftigen Elektrisir-Maschine, nach voriger Anweisung, eine Zeit lang durch dieselben zu leiten. Die Säule wird auf diese Weise, wenigstens für einige Zeit, ihre vorige Wirksamkeit wieder erhalten. Es kann kaum bezweifelt werden, dafs die mit der Zeit eintretende Wirkungsabnahme der trocknen Säulen auf eine Veränderung des elektromotorischen Zustandes des Zwischenleiters beruhe. Wenn nämlich, wie gewöhnlich, die Säulen mit einem Pendel oder Glockenspiele verbunden sind, werden immerfort, durch das häufige Anschlagen des Pendels oder des Klöpfels, Ströme erzeugt, die zuletzt in dem Grade das normale Verhalten der Erregung zwischen dem negativen Metalle und der Papierfläche verändern, dafs sich die frühere Wirksamkeit von selbst nicht wieder herstellen kann.

machen, die erforderlich ist, die, der im Augenblicke des Oeffnens vorhandenen elektromotorischen Kraft, entsprechende Tension hervorzubringen, solche Säulen zu wählen, die ein ziemlich starkes Leitungsvermögen besitzen. Die eben erwähnte Säule mit braunem Bleihyperoxyd eignete sich hierzu sehr gut. Ihr Leitungsvermögen in der ersten Periode, nach dem Aufbauen, war so grofs, dafs sie kleine Leidner Flaschen augenblicklich und eine Batterie von 20 Quadratfufs in einer halben Minute oder noch geschwinder bis auf 15° ladete. Das Sinken der elektromotorischen Kraft dieser Säule befolgte nach dem Schliefsen immer einen sehr regelmäfsigen Gang, der anfangs schneller war, dann allmälig langsamer wurde. Das Steigen der elektromotorischen Kraft erfolgte nach dem Oeffnen der Kette auf gleiche Weise regelmäfsig mit abnehmender Geschwindigkeit.

Am meisten empfindlich für die Ladung sind die in der ersten Hauptabtheilung dieser Abhandlung untersuchten trocknen Ketten mit harzigen Zwischenkörpern, wenn sich nämlich diese als Leiter der zweiten Klasse verhalten. Läfst man nur einen kleinen Funken eines Elektrophors auf die Kupferplatte schlagen, so wird die elektromotorische Kraft in dem Grade erhöht, dafs der Condensator wiederholte Male eine wohl zehnfach stärkere Elektricität angiebt. Trifft der Funken aber das Zink, so wird die elektromotorische Kraft ganz umgekehrt. Wenn sich der Zwischenkörper als Leiter der ersten Klasse verhält, ist jeder noch so starke Strom ohne Einflufs. Ich habe mich mit dem bekannten galvanischen Probleme, eine elektrische Säule aus nur starren, nicht durch Feuchtigkeit wirkenden Körpern zu bauen, viel beschäftigt. Dieses Problem ist wirklich, wie oben gezeigt worden, in so weit gelöst, dafs durch die Anwendung von Plattenpaaren mit sehr dünnen Zwischenkörpern von Harz oder trocknem Papiere Säulen erbaut werden können, die eine, mit der Anzahl der Paare steigende, Tension

zu erkennen geben. Der Strom einer auf diese Art eingerichteten Säule ist nur sehr schwach; sollte es aber auch möglich seyn den Leitungswiderstand in dem Grade zu überwinden, dafs chemische oder elektromagnetische Wirkungen hervorgerufen werden könnten, würde doch, wie aus dem eben Gesagten hervorgeht, der Strom wahrscheinlich nur eine sehr kurze Zeit bestehen können.

2) Ladungserscheinungen bei gewöhnlichen nassen Ketten.

Bei der folgenden Untersuchung, deren Zweck ist, die sämmtlichen, mit der Ladung im Zusammenhange stehenden Erscheinungen der nassen Ketten so zu einem Ganzen an einander zu reihen, dafs das durchgehends für alle geltende Princip auf eine unzweideutige Weise an den Tag gelegt werde, habe ich mich meistens einfacher Ketten, deren Metallplatten in gewisser Entfernung von einander parallel gehalten, und in die verschiedenen Flüssigkeiten eingetaucht wurden, bedient. Zur Messung des Stromes habe ich die gewöhnliche Methode dem Fechner'schen Verfahren der Schwingungen vorgezogen, hauptsächlich darum, weil es bei dieser mehr qualitativen Untersuchung weniger auf das absolute Maafs, als auf die Art und Weise ankommt, wie die Veränderungen des Stromwerthes von selbst eintreten oder durch absichtliche Abänderungen hervorgebracht werden.

Der Gang, welchen die Wirkungsabnahme einer einfachen galvanischen Kette nach dem Schliefsen befolgt, ist nach der verschiedenen Anordnung ihrer Elemente verschieden. Der Regel nach nimmt die Kraft gleich vom Anfange der Schliefsung ziemlich schnell und regelmäfsig ab, wenn als Flüssigkeit Brunnenwasser oder eine Auflösung eines Neutralsalzes, z. B. *Salmiak*, *Salpeter*, *Kochsalz*, *Zinkvitriol* in Wasser, angewandt wird. Ganz anders verhält es sich mit den sauren Flüssigkeiten, welche das positive oder beide Metalle anzugreifen im Stande sind, z. B. bei Zink-Kupferplatten in verdünnter Schwe-

fel-, Salpeter- oder Salzsäure. In diesem Falle ist die Wirkungsabnahme weit weniger schnell; oft bleibt die anfängliche Kraft für eine Zeit dieselbe, und nur nachdem die Säure beinahe verzehrt ist, fängt die Wirkung an bedeutend abzunehmen. Es ist hier der Einfluſs des chemischen Angriffs der Metalle zur Unterhaltung des Stromes nicht zu verkennen, denn bei Ketten von Zinn oder Blei und Kupfer wird die Wirkungsabnahme, durch Zusatz von Schwefel- oder Salzsäure zur Flüssigkeit, nicht verzögert. Ebenso nimmt die Wirkung bei einer Zink-Kupferkette mit concentrirter Schwefelsäure sehr schnell ab. Bei den Ketten mit ätzenden Kali- und Natron-Laugen scheint die Verwandtschaft des Alkalis zu dem Oxyde des positiven Metalls Schuld daran zu seyn, daſs die Wirkungsabnahme weniger schnell als bei neutralen Flüssigkeiten erfolgt.

Den Versuchen 3 und 4 zufolge liegt die Ursache der Wirkungsabnahme einer galvanischen Kette hauptsächlich darin, daſs zwischen dem einen Metalle und dem Zwischenleiter eine Gegenspannung erzeugt wird, die die elektromotorische Kraft der Kette und sogleich auch den Strom allmälig aufhebt. Jeder Umstand, welcher dazu beiträgt diese Gegenspannung zu zerstören, muſs also zur Wirkungswiderherstellung der Kette mitwirken oder die Wirkungsabnahme verzögern. Ein solcher Umstand ist erstens das Oeffnen der Kette; denn wie in den Versuchen 1 und 2 gezeigt worden ist, strebt der normale elektromotorische Zustand der Berührungsstelle sich von selbst wieder herzustellen, wenn der Strom aufhört. Ein zweiter Umstand, welcher bei den nassen Ketten vorzüglich in Betrachtung kommt, ist die Beweglichkeit der Theile der Flüssigkeit. Um dieſs zu zeigen lasse man eine Zink-Kupferkette in Kochsalzlösung so lange durch den Multiplicator geschlossen stehen, bis die Wirkung auf ein gewisses Minimum gebracht ist. Die Magnetnadel ist jetzt für die Bewegung

der Flüssigkeit in dem Grade empfindlich, dafs schon eine gelinde Erschütterung des Tisches die Ablenkung vermehrt. Noch auffallender nimmt die Wirkung zu, wenn man die Flüssigkeit selbst mit der Fahne einer Feder in der Nähe des Kupfers, oder noch besser auf der Oberfläche desselben herumrührt. Die Nadel springt in diesem Falle heftig zu, und zeigt eine Kraft an, die der anfänglichen wenig nachgiebt. Wird auf gleiche Weise die Flüssigkeit auf der Oberfläche des Zinks in Bewegung gesetzt, so bemerkt man nur wenig Kraftzunahme, und gar keine Veränderung erfolgt, wenn das Liquidum, mit Vermeidung von Anwogen gegen die Kupferplatte, in der Mitte umgerührt wird. Dieses merkwürdige Verhalten einer galvanischen Kette hinsichtlich der Bewegung der Flüssigkeit, das zuerst von Davy beobachtet [1]), nachher von Fechner näher untersucht wurde [2]), ist nur eine nothwendige Folge des Versuchs 3 und 4. Es ist bewiesen worden, dafs die Wirkungsabnahme einer galvanischen Kette auf eine Gegenspannung, welche im vorzüglichen Grade zwischen dem negativen Metalle und dem Zwischenleiter erzeugt wird, beruhe. Das veränderte elektromotorische Verhalten kommt aber, nach Versuch 4, nur der dem Metalle unmittelbar berührenden Oberfläche des Zwischenleiters zu; denn selbst die abgekehrte Fläche der Papierscheibe verhielt sich normal. Es ist daher leicht zu begreifen, dafs jede Bewegung der Flüssigkeit auf der Oberfläche des Kupfers selbst, dazu beitragen mufs, den Strom in seiner vorigen Stärke wieder herzustellen, denn es kommen immer neue Theile der Flüssigkeit, deren elektromotorisches Verhalten noch nicht verändert ist, mit dem Metalle in Berührung. Ich bemerke hier, dafs, obgleich die durch Bewegung auf der Oberfläche des einen Metalles ver-

1) Gilb. Ann. der Physik, Bd. XXVIII S. 186 bis 187.

2) Maafsbestimmungen über die galvanische Kette, S. 224.

mehrte Kraft der Kette zu erkennen giebt, dafs hier eine Ladung stattgefunden habe, man doch nicht umgekehrt mit Sicherheit schliefsen kann, dafs keine Ladung stattfinde, wenn durch die Bewegung keine Veränderung bewirkt wird. Es giebt Fälle, besonders wenn die Kette sehr lange geschlossen gewesen ist, in denen die Ladung so schnell erfolgt, dafs die Bewegung der Flüssigkeit wenig oder nichts ausrichtet. Ein sichereres Mittel, um zu erfahren, ob auf der einen der metallischen Oberflächen eine Gegenspannung erzeugt werde, ist dieses, dafs man das Metall gegen ein anderes, ganz gleiches austauscht, oder wohl nur ein zweites dem vorigen an die Seite setzt. Noch besser ist dieses zweite Metall mit dem vorigen zur Kette zu combiniren; denn in diesem Falle schlägt die Nadel, zufolge der Gegenspannung, nach der entgegengesetzten Seite um.

Aehnliche Erscheinungen, wie im vorigen Falle der Kochsalzlösung, zeigen auch eine Menge andere Flüssigkeiten, wenn sie als Zwischenleiter einer galvanischen Kette angewandt werden, z. B. Auflösungen von Salpeter, Salmiak, schwefelsaurer Bittererde, schwefelsaurem Zinkoxyd, auch verdünnte Säuren und ätzende Alkalien. Hier ist nur die Bewegung an der Oberfläche des negativen Metalls von Einflufs. Es giebt jedoch Fälle, in welchen das Verhalten der Kette hinsichtlich der Bewegung der Flüssigkeit umgekehrt ist. Drei solche Fälle sind mir bis jetzt bekannt, nämlich bei Ketten von Zink und Kupfer in *concentrirter Schwefelsäure*, *kohlensaurem Kali* und *Schwefelleber*. Wird hier die Oberfläche des Zinks abgewischt, so erfolgt eine beträchtliche Wirkungszunahme, keine aber, oder nur eine unbedeutende, wenn die Oberfläche des Kupfers auf ähnliche Weise behandelt wird. Die Gegenspannungen müssen also hier hauptsächlich auf der Berührungsstelle des Zinks und der Flüssigkeit auftreten. Es ist mir gelungen diese Gegenspannungen unmittelbar mittelst des Condensators nachzuwei-

sen. Ich bediente mich in dieser Absicht U-förmiger, mit den Flüssigkeiten gefüllter Glasröhren, in deren Schenkeln die Metallstreifen eingetaucht wurden. Weil nach dem Oeffnen der Kette der vorige Zustand schnell wieder einzutreten anfängt, muſs man Sorge tragen, daſs das elektroskopische Verhalten mittelst des Condensators in eben dem Augenblicke untersucht wird, als man die Schlieſsung aufhebt. Um die Flüssigkeit mit der Erde in leitende Verbindung setzen zu können, war der nasse Streifen von Papier neben den Metallen längs den Wänden der Röhre hineingesteckt. Ehe die Kette geschlossen ward, wurde zuerst das normale Verhalten untersucht. Eine mittelst des Condensators gemessene Zink-Kupferspannung betrug 17°.

Das kohlensaure Kali verhielt sich auf folgende Weise. Wurde der Zinkstreifen mittelst feuchten Papiers mit dem Condensator verbunden, während der Papierstreifen des andern Schenkels mit der Erde in Verbindung war, so betrug die Divergenz der Strohhälmchen nach Trennung der Platten $+1\frac{1}{2}$°. Wurde der Kupferstreifen mit dem Condensator verbunden und der Papierstreifen des entgegengesetzten Schenkels der Röhre berührt, so betrug die Divergenz —3°. Hier ist daher die ganze elektromotorische Kraft der Kette vor der Schlieſsung $=17-3-1\frac{1}{2}=12\frac{1}{2}$. Darauf wurde die Kette geschlossen, und nach einer Weile dieselben Spannungen gleich nach dem Oeffnen gemessen. Die Spannung zwischen dem Kupfer und der Flüssigkeit fand ich unverändert —3°, die Spannung aber zwischen der Flüssigkeit und dem Zink ging sogar bis auf —11°. Diesem zufolge betrug die ganze elektromotorische Kraft der Kette in ihrem jetzigen Zustande $17-3-11=3$, wie auch die unmittelbare Messung so ziemlich zu erkennen gab.

In Berührung mit Schwefelleberlösung fand ich das Zink nur sehr schwach negativ. Das Kupfer dagegen,

mit derselben Berührung gesetzt, wurde anfangs fast eben so stark negativ als mit Zink, aber nach einer Weile fand ich dieselbe Spannung ungefähr auf die Hälfte vermindert. Man hat also hier die elektromotorische Kraft der ungeschlossenen Kette $=17+\frac{1}{2}-8=9\frac{1}{2}$. Nachdem die Kette lange genug geschlossen gestanden und die Wirkung beinahe aufgehoben war, fand ich das Zink nicht nur nicht negativ, sondern bis auf 8° positiv gegen die Schwefelleberlösung, während die Spannung zwischen dem Kupfer und der Schwefelleberlösung sich wenig verändert hatte. Man hat also hier die elektromotorische Kraft der Kette gleich $17-8-8=1$. Das Verhalten der Schwefelleberlösung als Zwischenleiter in einer Zink-Kupferkette ist in mehr als einer Rücksicht merkwürdig. Schliefst man die Kette in demselben Augenblick, in welchem die Platten in die Lösung getaucht werden, so ist der Strom anfangs nur schwach, nach kurzer Zeit aber bemerkt man ein bedeutendes Steigen der Nadel, welches also eine Wirkungszunahme während der Schliefsung zu erkennen giebt. Die Ursache dieses ungewöhnlichen Verhaltens ist leicht aus dem eben Angeführten begreiflich. Der anfangs nur schwache Strom rührt von der starken negativen Spannung her, die zwischen dem Kupfer und der Schwefelleberlösung stattfindet, so wie aber diese, wie bemerkt worden, von selbst nachgiebt, nimmt die elektromotorische Kraft zu und der Strom gewinnt an Stärke. Erst nachdem die Kette längere Zeit geschlossen gewesen ist, fängt die gewöhnliche Wirkungsabnahme an merkbar zu werden.

Die concentrirte Schwefelsäure verhält sich auf eine ähnliche Weise, wie die beiden vorhergehenden Flüssigkeiten; ich verspare jedoch die Erwähnung der näheren Umstände, bis das Verhalten der verdünnten Säuren bei den galvanischen Ketten wird untersucht worden seyn.

Jetzt fängt der Einfluſs des chemischen Processes, welchen man sogar die Hauptrolle bei den galvanischen

Er-

Erscheinungen hat spielen lassen, an deutlicher zu werden. Es ist leicht einzusehen; dafs der chemische Angriff der Metalle durch Säuren, das Auftreten der Stoffe und die Bildung neuer Verbindungen gar nicht ohne Bewegungen, ohne Veränderungen der erregenden Oberflächen stattfinden können. Ich will hier den chemischen Procefs bei einer Kette von Zink, Kupfer und verdünnter Schwefelsäure betrachten. Ehe die Kette geschlossen worden ist, findet eine starke Gasentwicklung am Zinke statt, gar keine aber am Kupfer. Schliefst man die Kette, so wird das Verhalten sogleich umgekehrt. Die Gasentwicklung am Zink nimmt beträchtlich ab, auf der Oberfläche des Kupfers dagegen erscheint in grofser Menge Gas, dessen aufsteigende Bläschen hier eine sehr lebhafte Bewegung bewirken. Den obigen Versuchen über den Einflufs der Bewegung der Flüssigkeit gemäfs, ist leicht zu begreifen, dafs unter solchen Umständen der Ladungsprocefs nicht ungestört fortgehen kann; es kommen nämlich immer neue Theile der Flüssigkeit mit dem Kupfer in Berührung und die Gegenspannung wird immerfort aufgehoben. Zwar ist das Auftreten des Wasserstoffgases an dem negativen Metalle nur eine Folge des Stromes; aber einmal begonnen, unterhält sich der Strom auf diese Weise von selbst. Dafs hier die Auflösung des Zinks an sich zur Unterhaltung des Stromes nicht beiträgt, erhellt schon daraus, dafs amalgamirtes Zink, das in verdünnter Schwefelsäure, aufser der Kette, nur sehr wenig angegriffen wird, einen fast stärkeren und anhaltenderen Strom als nicht amalgamirtes giebt. Ich mufs hier erinnern, dafs es nicht sowohl die Bewegung des aufsteigenden Gases ist, welches die Ladung verhindert, als vielmehr das Auftreten des Wasserstoffes an und für sich an der Oberfläche des negativen Metalls. Es giebt nämlich Fälle, in welchen das Wassergas im Augenblicke des Auftretens in der Flüssigkeit absorbirt wird, und doch wird die Wirkungsabnahme auch

dabei bedeutend verzögert. Bei den neutralen Flüssigkeiten als Zwischenleiter einer Kette sind die Umstände verschieden von denen, welche bei den sauren stattfinden, denn wenn jene angewandt werden, ist der Strom nicht im Stande, das Wasser zu zerlegen, und kein Wasserstoff tritt an dem negativen Metalle hervor. Die Nadel giebt zwar anfangs einen starken Strom zu erkennen, aber der Ladungsprocefs, welcher hier nicht gestört wird, hebt die Wirkung allmälig auf.

Um den Einflufs der freien Säure zur Unterhaltung oder Wiederherstellung des Stromes näher kennen zu lernen, wandte ich U-förmige Glasröhren an, die, um die Gemeinschaft der Flüssigkeiten der beiden Schenkel zu verhindern, in der Mitte durch einen Asbestpfropfen in zwei Hälften getheilt wurden. Die Röhre wurde mit einer neutralen Flüssigkeit gefüllt und in die beiden Schenkel Metallstreifen hineingesteckt, die nachher mit den Drahtenden des Multiplicators verbunden wurden. Nachdem die Wirkungsabnahme so weit fortgeschritten war, dafs die Nadel merklich denselben Stand behielt, wurde Säure nur in den einen Schenkel tropfenweis hinzugethan. Vermittelst eingeführter Stücke Lackmuspapier überzeugte ich mich, dafs keine Säure in den andern Schenkel hinaufsteigen konnte. Ich habe sehr viele Versuche dieser Art mit verschiedenen Combinationen von Metallen angestellt, nämlich mit *Zink* und *Kupfer*, *Zink* und *Platin*, *Zinn* und *Kupfer*, *Blei* und *Kupfer*, *Blei* und *Platin*. Als Flüssigkeiten wurden Auflösungen von *schwefelsaurer Talkerde* oder *schwefelsaurem Natron*, *Kochsalz*, *Salpeter*, und als Säuren *Schwefelsäure*, *Salzsäure*, *Salpetersäure* angewandt. Als allgemeines Resultat der Versuche will ich folgende Regel aufstellen, die keine Ausnahme duldet: *Nachdem die Wirkung einer galvanischen Kette in einer neutralen Flüssigkeit durch längeres Schliefsen geschwächt worden ist, wird sie nur in dem Falle durch das Hineinthun einer*

Säure wieder hergestellt, wenn diese mit dem negativen Metalle in Berührung kommen kann. Sind die Metalle, z. B. Zink und Kupfer, die Flüssigkeit schwefelsaure Talkerde, und wird Schwefelsäure in solcher in Menge am Zinkende der Röhre hinzugethan, dafs eine sehr lebhafte Gasentwicklung erfolgt, so geräth die Nadel nur in eine gelinde Unruhe, und sinkt sogar etwas. Wird aber die Säure, und zwar nur ein einziger Tropfen dem Kupferende hinzugefügt, so springt die Nadel mit Heftigkeit auf, und im Augenblicke erscheint Gas am Kupfer, welches zu erkennen giebt, dafs das Zink sich zu gleicher Zeit zu oxydiren anfängt. Nur allmälig, nachdem die Säure verzehrt worden ist, geht die Nadel zurück. Dieser Versuch, der auch von Becquerel, nur nicht ganz unter denselben Umständen, angestellt worden [1]), hat etwas sehr Auffallendes. Es ist leicht zu finden, dafs bei einer geschlossenen Kette von Zink und Kupfer mit verdünnter Schwefelsäure die Zersetzung des Wassers durch die bei der Gegenwart der Säure vermehrte Anziehung des Zinks zum Sauerstoff erleichtert werde. Wird amalgamirtes Zink angewandt, so ist die Verwandtschaft des Zinks zum Sauerstoff, der freien Säure ungeachtet, nicht allein hinreichend das Wasser zu zerlegen; sobald aber die Kette geschlossen wird, kommt jene der zerlegenden Kraft des Stromes zu Hülfe, das Zink wird oxydirt und der ihm entsprechende Wasserstoff tritt am Kupfer als Gas hervor. Wie ist es aber möglich, dafs in dem gegenwärtigen Falle, wo die Säure mit dem Zink nicht in Berührung kommen kann, die Zersetzung des Wassers erleichtert werde. Wollte man, nach Faraday, bei der geschlossenen Kette jemals eine chemische Anziehung in die Ferne als wirksam annehmen, so sollte es wohl hier geschehen. Sind die Metalle Zinn und Kupfer oder Blei und Kupfer, so nimmt die Wirkung zwar in den ersten Augenblicken zu, wenn

1) *Ann. de chim. et de phys. May* 1829, *p.* 58.

Schwefel- oder Salzsäure an das Kupferende der Röhre hinzugesetzt wird, die Nadel geht jedoch bald zurück; wendet man aber hier Salpetersäure an, so ist die Ablenkung der Nadel dauernd. Es verhält sich jedoch in Betreff des letzten Umstandes nicht so bei Ketten von Blei und Platin; hier ist die Ablenkung der Nadel, wenn Salpetersäure an dem Platinende hinzugesetzt wird, nur von kurzer Dauer, woraus also der Einfluſs des chemischen Angriffs der Salpetersäure auf das negative Metall zu erkennen ist. Gewöhnlich ist die Berührung der Säure mit dem negativen Metalle allein hinreichend, die Wirksamkeit der Kette vollständig wieder herzustellen; doch giebt es einige Fälle, besonders bei der Salpetersäure, in welchen die Wirkung noch etwas verstärkt wird, wenn die Säure nicht nur zum negativen, sondern auch nachher zum positiven Metalle hinzugethan wird.

Das Resultat dieser Versuche ist, wie leicht zu ersehen, mit der Ansicht Derjenigen, welche die Oxydation des Zinks als die Hauptursache der elektrischen Aeuſserungen der galvanischen Kette annehmen, gerade im Widerspruche [1]). Man findet, daſs die Oxydation des Zinks, die von der Kettenwirkung unabhängig ist, zum Unterhalten des Stromes gar nicht beiträgt; nur die Berührung der Säure mit dem negativen Metalle ist hier von Einfluſs, wobei doch das gegenseitige chemische Verhalten der Säure und des positiven Metalls auf eine schwer erklärende Weise mitwirkt.

Nach dem Verhalten der galvanischen Ketten in verdünnten Säuren, will ich das Verhalten einer Zink-Kupferkette in concentrirter Schwefelsäure, als besonders merkwürdig betrachten. Es ist schon längst durch Da-

1) Faraday nimmt nur eine gewisse chemische Spannung zwischen dem positiven Metalle und der Säure als nothwendig an, um die Elektricität in Circulation zu setzen; aber auch diese Annahme scheint mir durch die obigen Versuche widerlegt zu seyn.

vy's Versuche bekannt, dafs die Wirkung einer galvanischen Kette in concentrirter Schwefelsäure, einer der stärksten leitenden Flüssigkeiten, gar nicht bestehen kann [1]). Setzt man aber nur einen Tropfen Wasser der Säure zu, so erscheint auf einmal Gas, und die Wirksamkeit der Kette wird sogleich eintreten. Es verdienen um so mehr die näheren Umstände untersucht zu werden, weil diese Thatsache, dem Anscheine nach, der Oxydationstheorie sehr günstig ist. Das Verhalten einer Zink-Kupferkette in concentrirter Schwefelsäure ist folgendes: Werden die Metallplatten zuerst mit den Drahtenden des Multiplicators verbunden und nachher in die Säure eingetaucht, so springt die Nadel im Augenblicke mit grofser Heftigkeit zu, es entsteht ein starkes Aufbrausen an dem Zink, das jedoch bald aufhört [2]), und zu gleicher Zeit geht die Nadel zurück und zeigt bald nur einen sehr schwachen Strom an. Das Oeffnen der Kette trägt nicht viel bei, die Wirkung wieder herzustellen; aber Bewegung an der Oberfläche des Zinks bringt ein bedeutendes Steigen der Nadel hervor. Taucht man die Platten zuerst in die Säure, ehe die Schliefsung vorgenommen worden, so wird die Nadel zwar abgelenkt, doch viel weniger als im vorigen Falle, und fällt auf gleiche Weise in kurzer Zeit zurück. Setzt man, nachdem die Wirkung aufgehört hat, einen Tropfen Wasser der Säure an der Oberfläche des Zinks zu, so erscheint auf einmal eine starke Gasentwicklung; die Nadel springt im Augenblicke mit grofser Heftigkeit vor, und geht nicht eher zurück, als bis das Aufbrausen aufzuhören anfängt. Ich mufs gestehen, dafs hier die Wirkungswiederherstellmng der Kette,

1) Gilb. Annal. der Physik, Bd. VIII S. 13.

2) Diese momentane Gasentwicklung findet stets statt, wenn Zink in concentrirte Schwefelsäure eingetaucht wird, und rührt vielleicht davon her, das auch die stärkste Schwefelsäure nicht wasserfrei ist. Ueber die Ursache des schleunigen Aufhörens des schon begonnenen chemischen Processes will ich hier nicht entscheiden.

zu derselben Zeit da ein chemischer Procefs zwischen dem Zink und der Säure beginnt, so auffallend ist, dafs ich mich nicht sehr verwundert, dafs Personen, von denen das Phänomen nicht näher untersucht worden ist, der Thätigkeit der galvanischen Ketten einen chemischen Ursprung beigelegt haben; wer aber die unerschütterliche Basis, worauf die Volta'sche Theorie beruht, durch eigene Erfahrung kennt, wird sich doch nicht irre leiten lassen. Um die Ursache der schnellen Wirkungsabnahme und des so plötzlichen Wirkungswiederherstellens der Kette durch zugesetztes Wasser nachspüren zu können, ist zuerst nothwendig über das elektromotorische Verhalten der concentrirten Schwefelsäure, in Berührung mit dem Zink und Kupfer, in's Reine gekommen zu seyn. Eine U-förmige Röhre wurde in dieser Absicht mit concentrirter Schwefelsäure gefüllt, und darauf ein Zinkstreifen in den einen und eine nasse Holzstange in den andern Schenkel hineingesteckt. Wurde das Zink durch feuchtes Papier mit dem Condensator verbunden und die Holzstange ableitend berührt, so kam fast gar keine Elektricität zum Vorschein, so lange die Gasentwicklung am Zink noch fortdauerte; sobald aber diese aufhörte, wurde der Condensator mit positiver Elektricität geladen, die bis auf zwei Drittel der Spannung zwischen Zink und Kupfer stieg. Die concentrirte Schwefelsäure weicht also von dem gewöhnlichen Verhalten der Flüssigkeiten nach der Regel Pfaff's [1]), dafs diese in Berührung mit den Metallen fast immer positiv werden, sehr merklich ab. Ein Kupferstreifen statt des Zinks in die Säure getaucht, wurde nur sehr schwach positiv. Jetzt wird es nicht mehr schwer seyn, die obigen Erscheinungen zu erklären. Wird das Zink-Kupferpaar in die Säure eingetaucht, und die Kette zu gleicher Zeit geschlossen, so entsteht nothwendig ein starker Strom; denn die Säure ist ein sehr guter Leiter, und die Span-

1) Revision der Lehre vom Galvano-Voltaismus, S. 49.

nung der Metalle wirkt ungehindert, so lange die Gasentwicklung am Zink noch fortdauert. Sobald diese aber nachläfst, fängt die eigene Spannung zwischen der Säure und dem Zink an thätig zu seyn; diese Spannung ist aber derjenigen entgegengesetzt, welche zwischen den Metallen stattfindet, und schwächt daher die elektromotorische Kraft bedeutend. Setzt man hier die Spannung zwischen Zink und Kupfer = 17 und die Spannung zwischen der concentrirten Säure und dem Zink = — 11, so ist die elektromotorische Kraft von ungefähr 17 bis auf 17 — 11 = 6 gefallen. Zuletzt tritt, wie diefs auch der Condensator zu erkennen giebt, die gewöhnliche Wirkung der Ladung ein, die bei der concentrirten Schwefelsäure, wegen ihrer Schwerflüssigkeit und ihres starken Adhärirens am Zink, schneller als gewöhnlich erfolgt, und der Strom wird in Kurzem beinahe Null seyn. Thut man jetzt Wasser der Säure auf der Zinkseite hinzu, so kommt das Zink sogleich mit diluirter Säure in Berührung, und es wird nicht nur die Ladung zerstört, sondern es tritt auch ein verändertes elektromotorisches Verhältnifs zwischen das Zink und die Flüssigkeit ein. Nach Pfaff's sehr genauen Versuchen über das elektromotorische Verhalten der Metalle in Berührung mit den Flüssigkeiten ist die Spannung zwischen der diluirten Schwefelsäure und dem Zink positiv, und ungefähr $\frac{1}{6}$ der Spannung zwischen dem Zink und dem Kupfer [1]). Gerade so grofs fand auch ich sie, denn der Condensator gab 3° an, wenn die Spannung zwischen Zink und Kupfer 17° betrug. Die elektromotorische Kraft der Kette steigt also durch das Zusetzen des Wassers im Augenblick von beinahe Null bis auf 17 + 3 = 20, welche Zunahme mehr als einer ganzen Zink-Kupferspannung entspricht. Es ist also kein Wunder, dafs eine sehr starke Ablenkung der Nadel hier erfolgt, sobald verdünnte Säure das Zink berührt. Auch ein anderer Umstand ist bei dieser gro-

1) Revision der Lehre vom Galvano-Voltaismus, S. 55.

ssen Vermehrung der Stromkraft von Einfluſs. Der Uebergangswiderstand zwischen der Zinkplatte und der Flüssigkeit ist nämlich, wie weiterhin gezeigt werden wird, kleiner bei diluirter als bei concentrirter Schwefelsäure, weswegen bei Hinzufügung des Wassers nicht nur die elektromotorische Kraft der Kette vermehrt, sondern auch der Gesammt-Leitungswiderstand vermindert wird. So wie das Wasser zersetzt wird oder sich allmälig in die Säure verbreitet, kommt das Zink aufs Neue mit der mehr concentrirten Säure in Berührung, und der vorige Zustand tritt wieder ein.

Dieser Versuch, welcher als einer der entscheidendsten Beweise für die Richtigkeit der Oxydationstheorie angesehen worden ist, hat also, nach Volta's Theorie, keine Schwierigkeit mehr. Auf diese Weise verschwinden die Widersprüche, und werden die theoretischen Streitigkeiten beigelegt [1]), wenn man nur beim Erfor-

1) In keinem Zweige der Naturlehre herrscht wohl ein gröſserer Zwiespalt, eine gröſsere Divergenz der Meinungen, als gerade in der Lehre vom Galvanismus. Zu derselben Zeit, da durch die Bemühungen Ohm's und Fechner's der Theorie Volta's die letzte Vollendung, die mathematisch genaue Entwicklung gegeben worden ist, treten andere auf, die die hier festgestellten ersten Principien theils für unanwendbar erklären, theils ganz läugnen. Faraday glaubt durch einen entscheidenden Versuch bewiesen zu haben, daſs der Metallcontact nichts mit der Erzeugung der Elektricität in der Volta'schen Kette zu schaffen habe (dies. Ann. Bd. 35 S. 17). Es kommt nämlich bei der Schlieſsung eines sehr groſsen Zink-Kupferpaares mit verdünnter Schwefelsäure ein Funke zum Vorschein, welcher, wie man leicht einsehen kann, übergesprungen seyn muſs, bevor der Metallcontact vollzogen ist. Hierbei ist erstens zu bemerken, daſs die Spannung zwischen den Metallen, nach Volta's Theorie, nicht die einzige Quelle der elektrischen Aeuſserungen einer galvanischen Kette ist; vielmehr sind zwischen den Metallen und der Flüssigkeit bemerkbare Spannungen thätig, deren Summe im gegenwärtigen Falle beinahe $\frac{1}{4}$ einer Zink-Kupferspannung beträgt, und die möglicherweise zur Entstehung eines Funkens bei der Schlieſsung Anlaſs geben kann. Wenn aber auch diese Spannungen entweder gar nicht vorhanden oder zu klein seyn sollten, um das fragliche Phänomen hervorzubringen, so kann ich

sehen der Ursachen der Erscheinungen bis auf den Grund dringt. Ueberhaupt kann man den Anhängern der chemischen Theorie, wie Pfaff richtig bemerkt, den Vorwurf machen, daſs sie sich durch den Schein haben blenden lassen.

doch nicht den angeführten Versuch als einen entscheidenden Beweis gegen die Theorie Volta's ansehen. Wenn, wie wahrscheinlich ist, die Differenz der freien Elektricität, die bei der Berührung zweier heterogenen Leiter entsteht, eine Folge der schon in den Körpern vorhandenen gebundenen Elektricitäten ist, so kann die Berührung nichts zur Sache thun; das Spiel der elektrischen Kräfte muſs auch in einiger Entfernung thätig seyn; es findet aber kein Uebergang der Elektricität statt, ehe der Leitungswiderstand der Luft durch allmälige Annäherung der Körper in dem Grade geschwächt worden ist, daſs ein Funke überspringen kann. Volta selbst setzt die Ursache der Störung des elektrischen Gleichgewichts nicht gerade in die Berührung der Körper. Er behauptet (Ritter's Beiträge Bd. II S. 66), daſs er einigen Grund zu der Vermuthung habe, daſs die bloſse Nähe zweier verschiedenen Metalle hinreichend sey, um in ihnen einige Elektricität hervorzubringen. Ich bin überzeugt, daſs, wenn nicht die Spannungen so äuſserst klein wären, so würde die Auswechslung der Elektricität auch in sehr merklichen Entfernungen von dem einen Körper zu dem andern vor sich gehen können. Es kann also die Behauptung, daſs der Metallcontact mit der Erzeugung der Elektricität in der Volta'schen Kette an sich nichts zu schaffen habe, sehr wohl richtig seyn, ohne daſs dadurch die Basis der Volta'schen Theorie im Mindesten erschüttert wird. — Schönbein hat neulich (dies. Ann. Bd. XXXIX S. 351) bestimmt erklären wollen, daſs Volta's Theorie gefallen sey, und führt eine Thatsache an, die, seiner Meinung nach, eben sowohl die Falschheit der Contacthypothese, als die Richtigkeit der chemischen Ansicht über die Entstehungsweise der Volta'schen Elektricität auf eine eben so einfache als schlagende Weise darthue. Ich führe hier Schönbein's eigene Worte an: „Bringt man einen passiven Eisendraht in Berührung mit Platin in eine Auflösung von schwefelsaurem Kupferoxyd, so scheidet sich am letzteren Metalle auch keine Spur von Kupfer aus, wird aber der passive Eisendraht in besagter Flüssigkeit zu chemischer Thätigkeit, d. h. zu Oxydation und Kupferfällung bestimmt (z. B. durch Berührung mit einem gewöhnlichen Eisendraht innerhalb der Lösung), so erscheint in dem gleichen Augenblick das Platin mit einem Kupferhäutchen überzogen.“ So viel Werth auch Schönbein diesem Versuche bei-

Es ist nicht zu verkennen, dafs das Fortbestehen der Wirkung der galvanischen Ketten im Allgemeinen mit der durch den Strom selbst bewirkten Zersetzung der Flüssigkeit und dem Hervortreten der Stoffe an den Oberflächen der Metalle im Zusammenhange steht. Es stimmen mit dieser Meinung die Erfahrungen Davy's, Faraday's und Anderer überein. Faraday geht sogar so weit, dafs er Durchleitung der Elektricität und Zersetzung der Flüssigkeit als identisch ansieht. So wird in verdünnten Säuren und kaustischen Laugen das Wasser, in Schwefelleberlösung das Schwefelkalium, in Kupfervitriollösung das schwefelsaure Kupferoxyd zersetzt, und das Fortbestehen des Stromes ist im ersten Falle eine Folge des Hervortretens des Wasserstoffs am nega-

legt, so kann er doch nicht als Beweis gegen die Contacttheorie gelten, ehe vermittelst des Condensators erwiesen worden ist, dafs keine Gegenspannung an der Berührungsstelle der Kupferauflösung und des passiven Eisendrahts stattfinde, die der Eisenplatinspannung die Wage halten könne; denn, ich wiederhole es, die gegenseitige Berührung der Metalle ist nach besagter Theorie keinesweges als die einzige Quelle der Thätigkeit einer galvanischen Kette anzusehen. Die Erklärung des Versuches nach der Contacttheorie scheint mir auf Folgendem zu beruhen. Es ist aus dem oben Angeführten, über das Verhalten einer Zink-Kupferkette in concentrirter Schwefelsäure, zu ersehen, dafs die Spannung zwischen einer Säure und einem oxydableren Metalle, wenn dieses nicht angegriffen wird, eine ganz andere seyn kann, als in dem gewöhnlichen Falle, wo eine Oxydation erfolgt. Wahrscheinlich tritt auch ein solches Verhältnifs hier ein. Es kann nämlich sehr wohl möglich seyn, dafs während des passiven Zustandes des Eisendrahtes eine negative Spannung zwischen der Kupferauflösung und dem Eisen stattfindet, die um so leichter im Stande seyn kann, die ganze positive Eisenplatinspannung aufzuheben, als diese an sich nicht sehr grofs ist. In diesem Falle kann sogar im ersten Anfange der Schliefsung der Kette keine Wirkung auf die Magnetnadel entstehen; sobald aber der Eisendraht in einen activen Zustand versetzt wird, und ein chemischer Procefs beginnt, tritt der normale elektromotorische Zustand wieder ein, dem zufolge das Eisen nach Pfaff's Regel negativ wird, der Strom entsteht im Augenblicke in seiner vollen Stärke, und das Kupfer schlägt sich am Platin nieder.

tiven Metalle, im zweiten eine Folge der starken Schwefelbindung des Zinks, und im dritten eine Folge der starken Fällung des Kupfers am negativen Metalle. Dafs dieses Hervortreten der Stoffe auf die Weise zum Unterhalten des Stromes beiträgt, dafs der Ladungsprocefs zerstört wird, ist aus dem Vorhergehenden klar. Die Gegenspannung bildet sich nämlich auf der Gränze der Flüssigkeit und des Metalls, und gerade hier treten auch die Stoffe hervor. Der Einflufs dieses Hervortretens kann ein doppelter seyn. Der eine ist nur mechanisch. So wie nämlich die Stoffe auf der Metallfläche frei werden, entsteht eine Bewegung, wobei neue Theile der Flüssigkeit, deren elektromotorisches Verhalten noch nicht verändert ist, mit dem Metalle in Berührung kommen. Dafs auf diese Weise der Ladungsprocefs oft mehr zerstört wird, als durch absichtliche Bewegung der Flüssigkeit, ist aus der starken Adhäsion zwischen einem starren und einem flüssigen Körper begreiflich. Ein anderer Fall tritt ein, wenn die hervortretenden Stoffe selbst als Elektromotoren wirken, oder wenn sich eine Metallfällung an der Oberfläche des negativen Metalls bildet. Hier wird nicht nur die Ladung aufgehoben, sondern auch eine neue Spannung hervorgebracht. Auch der chemische Procefs, welcher von der Kettenwirkung unabhängig ist, kann dazu beitragen, die Ladung aufzuheben; er kommt jedoch seltener in Betracht, aus dem Grunde, dafs die Gegenspannung mehrentheils an dem negativen Metalle, welches weniger leicht von den Flüssigkeiten angegriffen wird, hervortritt. Ein Beispiel dieser Art liefern jedoch Ketten von Blei und Kupfer oder Zinn und Kupfer in Salpetersäure. Dafs hier die Unterhaltung des Stromes hauptsächlich auf dem chemischen Angriff des Kupfers von der Säure beruht, kann dadurch bewiesen werden, dafs bei Ketten von Blei und Platin in derselben Säure die Wirkungsabnahme schnell erfolgt. Ich hoffe, dafs die hier von mir aufgestellte Erklärung über

die Abhängigkeit der galvanischen Action von dem chemischen Processe unter den Physikern Eingang finden werde. Mir wenigstens ist beinahe alles klar geworden, was früher dunkel schien.

In der vorigen Untersuchung habe ich mich bemüht, die Ursache des Wogens der Kraft der galvanischen Ketten aufzufinden. Es ist bewiesen worden, dafs sich Gegenspannungen an der Stelle der Berührung der Metalle und Flüssigkeiten bilden, die die anfängliche elektromotorische Kraft der Kette im geschlossenen Zustande allmälig aufheben. Jetzt will ich den Ladungsprocefs mit dem Ladungsgesetze in Uebereinstimmung zu bringen suchen, und die Ursache entwickeln, warum gerade an den genannten Erregungsstellen so beträchtliche Spannungen entstehen.

In seinem meisterhaften Werke: »*Die galvanische Kette mathematisch bearbeitet*,« womit eine neue Periode in der Lehre vom Galvanismus beginnt, nimmt Professor Ohm als ein Grundgesetz an, dafs verschiedenartige Körper, die einander berühren, fortwährend an der Stelle der Berührung einen und denselben Unterschied ihrer elektroskopischen Kräfte behaupten. Mit dieser Annahme steht ein anderer Umstand im Zusammenhange, dafs nämlich Ohm den Leitungswiderstand zwischen zwei unmittelbar an einander gränzenden Querschnitten der galvanischen Kette immer als unendlich klein betrachtet. Wenn l die Länge, ω den Querschnitt, und k den Leitungscoëfficienten eines homogenen prismatischen Leiters bezeichnet, so wird der Leitungswiderstand $\lambda = \frac{l}{k\omega}$. Setzt man hier l unendlich klein, wie der Fall ist, wenn man sich den Uebergang der Elektricität zwischen zwei einander berührenden Querschnitten des Leiters vorstellt, so wird λ oder der Leitungswiderstand Null, und diesem zufolge ist auch die elektrische Differenz, die durch das Product des Stromes und des Leitungswiderstandes,

also in der geschlossenen galvanischen Kette durch $\frac{A}{L} \cdot \frac{l}{kw}$ ausgedrückt wird, für diesen Fall gleich Null. Das Angeführte gilt eigentlich nur für den Fall, wenn der Leiter homogen ist; aber auf dieselbe Weise denkt sich Ohm den Leitungswiderstand und die dem Strome entsprechende Differenz der elektroskopischen Kräfte unendlich klein, wenn die einander berührenden Flächen heterogen, z. B. von Metall und einer Flüssigkeit gebildet sind, und betrachtet daher die Zu- oder Abnahme der schon vorhandenen elektrischen Differenz der Berührungsstelle auch beim stärksten Strome, als unmerklich. Fragt man über diesen Punkt die Erfahrung, so giebt es, wie besonders Fechner gezeigt hat, eine Menge Fälle, welche unzweideutig zu beweisen scheinen, dafs ein eigener Widerstand des Ueberganges stattfinde, und hier will ich die Möglichkeit eines solchen Widerstandes theoretisch nachzuweisen suchen. Betrachtet man die Formel $\lambda = \frac{l}{kw}$, und nimmt k unendlich klein an, wie bei einem Nichtleiter der Fall ist, so wird λ bei einer gegebenen endlichen Gröfse des l und w unendlich grofs. Denkt man sich aber nicht nur k, sondern auch l unendlich klein, so wird der Leitungswiderstand $\lambda = \frac{0}{0} \cdot \frac{1}{w}$, welches wieder ein endlicher Werth ist, und hieraus erhellt, dafs ein Nichtleiter, wenn er unendlich dünn ist, und an seiner Natur durch den Strom selbst nichts verändert wird, die Elektricität zwar durchleitet, doch dem Uebergange einen gewissen Widerstand leistet. Auf diese Weise mufs man, wie es mir scheint, sich den Vorgang vorstellen, wenn die Elektricität von einem starren in einen flüssigen Körper übergeht. Man kann sich nämlich den Leitungscoëfficienten der Berührungsstelle als unendlich klein denken, oder diese Stelle als einen Theil eines Nichtleiters betrachten, der nur

wegen seiner unendlichen Dünne leitend wird. Wenn also w den Leitungswiderstand des Ueberganges bedeutet, so wird die Zu- oder Abnahme der auf dieser Stelle stattfindenden Differenz der elektrischen Kräfte, die dem Strome $\frac{A}{L}$ entspricht, durch $-\frac{A}{L}w$ ausgedrückt. Nachdem dieses angenommen worden ist, wird es nicht schwer seyn, die Erscheinungen der Ladung einer galvanischen Kette nach dem oben angegebenen Gesetze zu erklären. Setzt man die Gröſse der Spannung der Erregungsstelle gleich a, so wird die elektrische Differenz dieser Stelle, nachdem die Kette geschlossen worden ist $= a - \frac{A}{L}w$, und also wird die ursprüngliche positive Gröſse der elektrischen Differenz der Erregungsstelle vermindert, wenn A oder die Summe der Spannungen positiv ist, hingegen vermehrt, wenn A negativ ist. Das Umgekehrte findet statt, wenn a negativ ist. Zufolge des oben festgestellten Ladungsgesetzes gehen aber die elektrischen Differenzen, die der Strom in einem Leiter hervorbringt, zum Theil in Spannungen über. Es wird daher von der elektrischen Differenz $-\frac{A}{L}w$ ein Theil in Spannung nach und nach verwandelt, und zwar mit Beibehaltung desselben Zeichens, woraus also folgt, das A, welches der Differenz $-\frac{A}{L}w$ dem Zeichen nach entgegengesetzt ist, immer kleiner wird. So wie aber die elektromotorische Kraft eine Schwächung erleidet, wird auch der Strom, dessen anfängliche Gröſse durch $\frac{A}{L}$ ausgedrückt wird, vermindert. Nennt man den Theil von der dem Strome entsprechenden elektrischen Differenz der Erregungsstelle, welcher nach einer bestimmten Zeit in Spannung verwandelt worden ist, x, so wird der nach Ver-

lauf dieser Zeit noch bestehende Strom durch $\frac{A-x}{L}$, und die elektrische Differenz der Erregungsstelle durch $a-x-\frac{(A-x)w}{L}$ ausgedrückt, wenn nämlich vorausgesetzt wird, dafs nur an dieser einzigen Stelle der Kette eine Ladung vor sich geht. Bei dieser Formel mufs man sich jedoch erinnern, dafs A und x immer entgegengesetzte Zeichen haben müssen, d. h. wenn A negativ seyn soll, so mufs x das positive Vorzeichen haben. Diese Bemerkung fällt jedoch weg, wenn man bei der Bestimmung der Spannungen und Differenzen immer in einer Richtung fortgeht, so dafs A positiv wird. In dem Maafse als x mehr und mehr wächst, wird die Quantität $\frac{(A-x)w}{L}$ immer kleiner, und sie verschwindet, sobald $x=A$ wird. Diefs ist auch das gröfst mögliche Maximum der Ladung, denn sobald $\frac{A-x}{L}$ oder der Strom verschwindet, hört die Ursache der Ladung auf. Ich will diefs mit einem Beispiel erläutern. In dem oben angeführten Versuch 3 ist die Spannung zwischen dem Zink und dem Kupfer gleich 10, die Spannung zwischen dem Kupfer und dem Zwischenleiter gleich Null, und die Spannung zwischen dem Zwischenleiter und dem Zink gleich 2, mithin hat man hier $a=0$ und $A=12$. Diesem zufolge wird die elektrische Differenz der Berührungsstelle des Kupfers und des Zwischenleiters, nachdem die Wirkung der Ladung merkbar geworden

$$=-x-\frac{(12-x)w}{L},$$

und für das Maximum der Ladung, wenn der Strom aufhört $=-12-\frac{(12-12)w}{L}=-12$. Diese Differenz ist zugleich Spannung, wie auch der Condensator nachgewiesen hat. Nennt man die elektrische Differenz der

Erregungsstelle, wo die Ladung vor sich geht, D', so wird $D'=a-x-\frac{(A-x)w}{L}$ woraus $x=\frac{(a-D')L-Aw}{L-w}$. Weil a, A, L, w bekannte Gröfsen sind und D' mit Hülfe des Condensators bestimmt werden kann, läfst sich die Gröfse der Gegenspannung, die bei einem gewissen Zeitpunkte der Wirkungsabnahme der Kette stattfindet, nach dieser Formel berechnen. Bisher ist nur der Fall in Betrachtung gezogen, in welchem die Ladung nur an einer einzigen Erregungsstelle stattfindet; nach dem Vorhergehenden kann man sich jedoch leicht den Procefs vorstellen, wenn zwei oder sogar mehrere Erregungsstellen zugleich Ladung annehmen. Nennt man den an einer zweiten Erregungsstelle stattfindenden Leitungswiderstand w' und die daselbst stattfindende Spannung a', so wird die dem Strome entsprechende elektrische Differenz dieser Stelle, im Anfange der Schliefsung gleich $-\frac{A}{L}w'$ und die Totaldifferenz gleich $a'-\frac{A}{L}w'$. Die anfängliche elektromotorische Kraft der Kette A, wird hier auf eine doppelte Weise geschwächt, nämlich erstens durch den Zuwachs von x und zweitens durch den Zuwachs einer zweiten veränderlichen Gröfse x', die die an der zweiten Erregungsstelle durch den Strom hervorgerufene Spannung vorstellt. Man hat daher für die erste Erregungsstelle, den allgemeinen Ausdruck der elektrischen Differenz $a-x-\frac{(A-x-x')w}{L}$, und für die zweite gleichzeitig $a'-x-\frac{(A-x-x')w'}{L}$. Hier wird das mögliche Maximum der Ladung durch $A-x-x'=0$ gegeben. So weit geht es jedoch fast niemals, denn das Bemühen der erregenden Oberflächen, in den normalen elektromotorischen Zustand zurückzukehren, setzt dem Ladungsprocesse gewisse Gränzen.

Wird die Gröfse des in jedem Augenblicke erzeugten

ten Zuwachses von x und x', bei übrigens gleichen Umständen, d. h. wenn nicht eine ungleiche Empfänglichkeit für die Ladung obwaltet, sich nach der Gröfse des Ueberschusses der elektrischen Differenz der Erregungsstelle über die Differenz, welche Spannung ist, d. h. sich nach der Gröfse von $\frac{(A-x-x')w}{L}$ und $\frac{(A-x-x')w'}{L}$ richtet, und diese Gröfsen denen w, und w' proportional sind, so ist klar, dafs die Ladung im Allgemeinen mehr die Erregungsstellen treffen mufs, deren Leitungswiderstand gröfser ist. Der Erfahrung gemäfs entsteht die Gegenspannung bei den meisten Flüssigkeiten an der Oberfläche des negativen Metalls; nur wenige Fälle sind bekannt, in welchen ein entgegengesetztes Verhältnifs eintritt. Es ist daher von Gewicht, um die Richtigkeit der hier aufgestellten Ladungstheorie zu prüfen, den gröfseren Leitungswiderstand derjenigen Erregungsstelle, wo die Ladung vor sich geht, auf experimentellem Wege nachweisen zu können. Versuche aber dieser Art sind mit bedeutenden Schwierigkeiten verbunden; denn die beim Schliefsen der Kette sogleich eintretende Ladung verhindert die Magnetnadel einen festen Stand zu nehmen. Ich entschlofs mich daher nur die erste Ablenkung zu beobachten, weil durch eine augenblickliche Schliefsung keine bemerkbare Wirkungsabnahme erfolgt. Zwar verstattet dieses Verfahren seiner Natur nach kein so genaues Maafs, wie das von Fechner gebrauchte; es hat jedoch wenigstens den Vortheil, sich auf die allererste Wirkungsperiode der Kette zu beziehen, indem nur so viel Zeit in Anspruch genommen wird, als zur Vollbringung einer einzigen Oscillation nöthig ist. Die Versuche wurden auf die Weise angestellt, dafs mit einem erregenden Zink-Kupferpaare erstens ein Zinkpaar und zweitens ein diesem ganz gleiches Kupferpaar, die in die Flüssigkeit gleich tief hineinreichten, verbunden wurden. Da hier in beiden Fällen, sowohl die elektromotori-

schen Kräfte, als die Dimensionen der erregenden Oberflächen und die der Flüssigkeit gleich sind, so kann der Unterschied der Angaben der Nadel nur von dem, dem Metalle und der Flüssigkeit eigenthümlichen Widerstande des Ueberganges herrühren. Als erregendes Paar wurden zwei Zink-Kupferplatten, die in diluirter Schwefelsäure gleich tief eintauchten, und einen ziemlich constanten Strom von 86° erzeugten, angewandt. Um einigermaßsen constante Resultate erhalten zu können, fand ich in einigen Fällen nöthig, die unwirksamen Paare einige, jedoch kürzere, Zeit mit der Flüssigkeit in Berührung stehen zu lassen, ehe die Schliefsung vorgenommen wurde. Bei Anwendung von verschiedenen Flüssigkeiten waren die Ablenkungen der Nadel folgende:

Flüssigkeit.	Zinkpaar.	Kupferpaar.
Destillirtes Wasser	4 ½°	4°
Brunnenwasser	10	6 ½
Sehr verdünnte Schwefelsäure	109	77
Concentrirte Schwefelsäure	62	69
Sehr verdünnte Salzsäure	158	90
Sehr verdünnte Salpetersäure	169	69
Kochsalzlösung	72	58
Schwefelsaure Talkerde	60	48
Salpeterlösung	55	50
Schwefelsaures Zinkoxyd	115	45
Kohlensaures Kali	6	20
Kaustisches Kali	168	95
Kaustisches Ammoniak	62	55
Schwefelleberauflösung	71	151.

Das Resultat dieser Versuche überraschte mich; denn die Ablenkung der Nadel ist immer kleiner beim Kupferpaare [1]), wenn man nur drei Fälle, in welchen con-

1) Fechner, der besonders den eigenthümlichen, an der Gränze der festen und flüssigen Theile einer galvänischen Kette stattfindenden Leitungswiderstand untersucht hat, stellt den Satz auf, daſs dieser

centrirte Schwefelsäure, Kohlensaures Kali und Schwefelleberlösung angewandt werden, ausnimmt. Es ist aber oben gezeigt worden, dafs gerade bei diesen Flüssigkeiten die Gegenspannung an der Oberfläche des Zinks hervortritt. Bei Wiederholungen derselben Versuche wurde nur die wesentliche Ungleichheit bemerkt, dafs der Uebergangswiderstand einige Male in Brunnenwasser gröfser war bei dem Zink- als bei dem Kupferpaare. Der Unterschied der Uebergangswiderstände bei Zink und Kupfer in Schwefelleberlösung fand ich jetzt noch gröfser, als angegeben worden ist. Es mufs bemerkt werden, dafs der grofse Widerstand beim Zinkpaare in kohlensaurem Kali erst nachdem die Berührung eine Weile gedauert hat entsteht. Wendet man ganz neue Zinkplatten an, und schliefst die Kette gleich nach dem Eintauchen, kann sogar der Fall eintreten, dafs der Widerstand kleiner wird als beim Kupfer. So sehr auch

Widerstand in einer gegebenen Flüssigkeit zu Anfange der Schliefsung ganz gleich sey für Zink- und für Kupferzwischenbogen, die in den Kreis mit eingenommen werden (Maafsbestimmungen über die galvanische Kette, S. 237 und 243). Ich kann diese auffallende Verschiedenheit des Resultats der Versuche Fechner's und den meinigen nicht erklären. Mir scheint jedoch, dafs in dem Falle, dafs man einen solchen Widerstand, wovon hier die Rede ist, als an sich existirend annimmt, sich kaum denken lasse, dafs dieser Widerstand durch verschiedene Umstände, z. B. die Adhäsion, die chemische Reaction der Oberflächen auf einander u. s. w. nicht modificirt werde. Der Einflufs des chemischen Angriffs der Metalle von der Flüssigkeit zur Verminderung des Uebergangswiderstandes, läfst sich auf eine interessante Weise beim Zwischenbogen von Zink in concentrirter Schwefelsäure nachweisen. Schliefst man hier die Kette in dem Augenblicke, da die Zinkplatten in die Säure eingetaucht werden, da eine starke Gasentwicklung stattfindet, so ist die Ablenkung der Nadel viel stärker, als wenn man mit der Schliefsung so lange wartet, bis der chemische Procefs aufgehört hat. Eben so scheint in Schwefelleberlösung der viel kleinere Uebergangswiderstand bei Kupfer- als bei Zinkbogen der heftigen chemischen Reaction, welcher zufolge die Kupferfläche augenblicklich geschwärzt wird, beigemessen werden zu müssen.

das Resultat dieser Versuche sich der oben mitgetheilten Theorie der Ladung anzupassen scheint, so muſs man sich doch hüten, den hier entdeckten besonderen, einem gewissen Metalle und einer gewissen Flüssigkeit zukommenden Uebergangswiderstand, als den einzigen Grund des polarischen Hervortretens der Ladung anzunehmen. Unter dem Einflusse des Stromes, während der Schlieſsung der Kette, verändert sich, wie Fechner gezeigt hat, der Uebergangswiderstand, und zwar mehr bei der einen als bei der andern Metallfläche. Ich werde bald zu diesem Gegenstande zurückkehren.

Im Zusammenhange mit dem eben Angeführten will ich das Verhalten der Thermoketten in Bezug auf die Ladung betrachten. Es ist eine Thatsache, daſs bei dieser Art galvanischer Ketten gar keine Spur eines Wogens der Kraft bemerkt wird. Die Ursache hiervon liegt unwidersprechlich darin, daſs an der Berührungsstelle zweier ungleichen Metalle, wenn sie nämlich durch Löthung mit einander vereinigt sind, kein solcher Uebergangswiderstand, wie an der Gränze eines festen und flüssigen Körpers stattfindet, d. h. ein Metalldraht, der aus verschiedenen, durch Löthung mit einander verbundenen, heterogenen Stücken zusammengesetzt ist, leistet dem elektrischen Strome keinen gröſseren Widerstand als ein homogener, dessen Leitungswiderstand der Summe der Leitungswiderstände der verschiedenartigen Theile des heterogenen Drahts gleich ist. Weil also bei den Thermoketten der Uebergangswiderstand Null ist, wird auch die elektrische Differenz $-\frac{A}{L}\varpi$ unmerklich, und diesem zufolge kann die ursprüngliche Spannung der Metalle durch den Strom weder vermehrt noch vermindert werden. Hier verbleibt daher die elektromotorische Kraft, und folglich auch der Strom, bei übrigens gleichen Umständen, sich stets gleich.

Es ist schon längst die Erfahrung gemacht worden,

dafs eine Vermehrung der Oberfläche des negativen Metalls die Wirkung einer galvanischen Kette bedeutend verstärke. Diesem zufolge hat man es auch vortheilhaft gefunden, bei den Trogapparaten die Zinkplatte mit einer doppelten Kupferplatte zu umgeben. Fechner hat später gezeigt, dafs der Vorzug einer Vermehrung der Kupferoberfläche vor einer Vermehrung der Zinkoberfläche nur darauf beruhe, dafs die Wirkungsabnahme im ersten Falle weniger schnell erfolgt, als in dem zweiten [1]). Der Zusammenhang dieser Thatsache mit den Ladungserscheinungen läfst sich auch unmittelbar nachweisen; denn wendet man bei einer galvanischen Kette concentrirte Schwefelsäure, kohlensaures Kali oder Schwefelleberauflösung an, so wird man finden, dafs nur eine Vergröfserung der Oberfläche des positiven Metalls die Wirkung der Kette verstärkt. Der Grund des Angeführten fällt sogleich in die Augen. Betrachtet man den Ausdruck des Uebergangewiderstandes $\frac{\theta}{0} \cdot \frac{1}{\omega}$, so erhellt, dafs diese Gröfse kleiner werde in dem Maafse ω oder die Gröfse der erregenden Metallfläche einen Zuwachs erhält. Wie aber schon gezeigt worden, beruht die Gröfse der Ladung auf der Gröfse des Uebergangswiderstandes, und jene wird daher verzögert, wenn die Oberfläche des Metalls, auf welchem sie hervortritt, vergröfsert wird. Es versteht sich jedoch von selbst, dafs der Widerstand des Uebergangs dem Gesammtleitungswiderstande der Kette L nicht zu nahe kommen darf, denn sonst würde die Quantität $\frac{A}{L}\omega$, auf welcher die Ladung eigentlich beruht, bei der ersten Vermehrung der Oberfläche wenig verändert werden.

Unmittelbar an das Vorhergehende schliefst sich die Erklärung über die Hemmung der Wirkung einer galvanischen Kette durch interpolirte Metallplatten. Jäger

1) Maafsbestimmungen über die galvanische Kette, S. 90.

hat zuerst darauf aufmerksam gemacht, dafs eine Säule von Zink- und Goldplatten chemisch unwirksam wird, wenn man die Continuität des feuchten Zwischenleiters durch ein am Rande trocknes Goldstück unterbricht [1]). Denselben Effect bringt auch Silber und Kupfer, nur weniger auffallend, hervor, dagegen wird die Wirkung durch eingeschaltete Zinkplatten in viel geringerem Grade geschwächt. Dieser merkwürdige Versuch, welcher nachher von Davy, De la Rive, Pfaff, Faraday und Andere bestätigt und verschiedentlich abgeändert worden ist, beruht, wie man leicht findet, hauptsächlich auf einer Ladung, die an den Oberflächen der Zwischenplatten durch den Strom hervorgebracht wird. Ich habe, um diefs zu beweisen, eine Reihe unwirksamer, d. h. nur aus einerlei Metall gebildeten, Paare nach Art eines Becherapparats mit nur einem einzigen wirksamen verbunden. Auf diese Weise hörte der Strom, bei der Anwendung von Kupfer- oder Zinkpaaren, in sehr kurzer Zeit fast gänzlich auf. Dafs diese grofse Schwächung der Wirkung, diejenige ungerechnet, welche nur eine Folge des vermehrten Leitungswiderstandes war, von hervorgerufenen Gegenspannungen herrührte, wurde dadurch klar, dafs Bewegungen an der Oberfläche der homogenen Paare die Magnetnadel zum Steigen brachten. Ich überzeugte mich, dafs die Ladung sich hier zwischen den homogenen Paaren gleichförmig theilte, und diesem zufolge wurde auch die Ladung eines einzelnen Paares um so geringer, je mehr Paare hineingebracht wurden. Bei diesen Versuchen, mit einer Zusammenstellung wirksamer und unwirksamer Paare, wurde der sonderbare Umstand bemerkt, dafs die Ladung auch bei einem homogenen Paare mehr auf der einen als auf der andern Platte hervortritt. Bei verschiedenen neutralen Auflösungen, die ich angewandt habe, z. B. Auflösungen von Glaubersalz, schwefelsaurer Bittererde, wurde nur die Metallfläche ge-

1) Gilbert's Annalen der Physik, Bd. XXIX S. 77.

laden, in welche der Strom einging, also die negative; bei einer Lösung von kohlensaurem Kali dagegen trat die Ladung an der positiven Metallfläche hervor. Die Neigung nach einem gewissen Pole zu, zeigt sich sogar auch, jedoch weniger deutlich, bei der Ladung eines heterogenen Paares, das man in umgekehrter Ordnung mit in den Kreis bringt. Diese, mit dem unipolaren Verhalten der Leiter im innigsten Zusammenhange stehenden, Erscheinungen sind schon von Ohm, besonders bei der concentrirten Schwefelsäure bemerkt [1]). Sie scheinen offenbar auf einen durch den Strom selbst, während der Schliefsung der Kette, herbeigeführten gröfseren Widerstand des Ueberganges hinzudeuten. Dieser Widerstand giebt sich bei gewissen Flüssigkeiten, z. B. schwefelsaurem Natron, schwefelsaurer Bittererde, die man positiv unipolar nennen kann, an denjenigen Platten zu erkennen, in welche der Strom eingeht, und bei anderen, z. B. concentrirter Schwefelsäure, kohlensaurem Kali, denen die negative Unipolarität zukommt, an denjenigen Platten, von denen der Strom ausgeht. Fechner hat diese Zunahme des Uebergangswiderstandes während der Schliefsung der Kette nachgewiesen, fand aber stets, weil er sich bei den Versuchen nur der positiv unipolaren Flüssigkeiten bediente, dafs sie an den negativen Platten hervortrat [2]). Es ist auffallend, dafs gerade bei den negativ unipolaren Flüssigkeiten, nämlich bei der concentrirten Schwefelsäure und dem kohlensauren Kali, der eigenthümliche Uebergangswiderstand gröfser bei dem Zink als bei dem Kupfer wurde. Ich kann den Zusammenhang beider Erscheinungen nicht einsehen; dafs aber beide Umstände bei dem Hervortreten der Ladung mitwirken, läfst sich auf folgende Art beweisen. Man bringe in

1) Versuche zu einer näheren Bestimmung der Natur unipolarer Leiter. Jahrbuch der Chemie und Physik, Bd. XXX S. 42.

2) Maafsbestimmungen über die galvanische Kette, S. 238.

den Kreis einiger erregenden Paare nach einander ein homogenes Paar, ein Zink-Kupferpaar und ein Zink-Platinpaar, beide letzteren in umgekehrter Ordnung, hinein, die man alle in kohlensaure Kaliauflösung eintauchen läfst. Bei dem ersten Paar tritt die Ladung, wie bemerkt worden, nur auf der positiven Platte hervor, bei dem Zink-Kupferpaare theilt sich die Ladung zwischen beiden Platten ungefähr gleich, und bei dem Zink-Platinpaare wird nur die Berührungsstelle des Platins und der Flüssigkeit geladen. Es ist leicht zu finden, dafs der eigenthümliche Uebergangswiderstand dem durch den Strom hervorgebrachten Uebergangswiderstande entgegenwirkt, und zuletzt wird das Hervortreten der Ladung nur durch jenen bestimmt. Ich gestehe jedoch, dafs ich über diesen Punkt nicht ganz im Reinen bin. Ich habe nicht Zeit gehabt die Untersuchung nach dieser Richtung gehörig fortzusetzen. Bei der S. 479 gegebenen Formel für die elektrische Differenz einer Erregungsstelle während der Ladung ist der Uebergangswiderstand als constant angenommen. Läfst man ihn variiren, und nennt die Gröfse, womit er nach einer gewissen Zeit vermehrt worden ist, y, so wird die elektrische Differenz der Erregungsstelle, auf welche die Ladung auftritt durch

$$a-x-\frac{(A-x)(w+y)}{L+y}$$

ausgedrückt.

Die Betrachtung einer Reihe wirksamer und unwirksamer Kettenpaare, die mit einander zu einem Ganzen vereinigt sind, führt zur Kenntnifs der sogenannten *Ladungssäule* oder *secundären Säule* Ritter's. Aus dem Vorhergehenden erhellt, dafs jedes einzelne homogene Kettenpaar geladen wird, und zufolge der Gegenspannung einen entgegengesetzten Strom erzeugt, wenn es aus dem Kreise genommen und für sich geschlossen wird. Bei der Zusammenstellung einer gewissen Anzahl solcher Paare summiren sich die einzelnen Gegenspannungen und

eine elektrische Säule entsteht, die alle Eigenschaften einer auf gewöhnliche Weise aufgebauten hat, d. h. sie bringt sowohl die elektrischen, als chemischen, elektromagnetischen und physiologischen Wirkungen hervor. Je geringer die Wirkungsabnahme der ladenden Säule während der Ladung ist, desto gröſser wird die Ladung der secundären Säule; denn desto gröſser wird auch die Summe der Gegenspannungen, die nur in dieser hervorgerufen werden. Je gröſser die Anzahl der Paare in der secundären Säule ist, desto mehr nähert sich ebenfalls ihre elektromotorische Kraft der der ladenden Säule; denn bei vermehrter Anzahl geht die Ladung eines einzelnen Paares nicht so weit, und folglich wird die Kraft, welche der Ladung entgegenwirkt, geringer. Wird die Ladungssäule nach der Ladung sich selbst überlassen, so verschwindet die Wirkung ziemlich schnell und zwar auf eine doppelte Weise. Der erste Grund der Wirkungsabnahme liegt darin, daſs die geladenen Erregungsstellen in den normalen Zustand zurückzukehren streben, und diesem zufolge nimmt die elektromotorische Kraft der geladenen Säule, selbst wenn sie offen ist, mehr und mehr ab. Ein zweiter Umstand kommt nur in dem geschlossenen Zustande der Säule in Betrachtung. So wie nämlich der Strom zu wirken anfängt, werden an den, wegen des unipolaren Verhältnisses der Zwischenleiter, zuvor nicht geladenen Erregungsstellen neue Spannungen erzeugt, die den vorigen entgegenwirken und die elektromotorische Kraft aufheben. Diese letztere Art der Wirkungsabnahme hat also die secundäre mit der gewöhnlichen Säule gemein. Die Erfahrung zeigt, daſs die negativen Metalle, z. B. Silber und Kupfer, zur Construction der Ladungssäulen weit tauglicher sind als die mehr positiven, wie das Zink. Dieſs scheint, wenigstens zum Theil, darin seinen Grund zu haben, daſs der Widerstand des Ueberganges, auf welchem die Ladung beruht, bei dem Kupfer und Silber gewöhnlich gröſser ist,

als beim Zink. Das bisher über das Verhalten der secundären Säulen Angeführte läfst sich leicht aus der in dem Vorhergehenden entwickelnden Ladungstheorie ableiten; aber es giebt einen anderen Umstand, dessen Erklärung mehr Schwierigkeit macht. Nachdem die secundäre Säule geladen worden ist, sollte man wohl erwarten, dafs die hervorgebrachten Gegenspannungen durch Zergliederung der Säule, Abtrocknen der Platten und Hineinbringen neuer Lappen gänzlich zerstört werden sollten. Diefs ist jedoch nicht der Fall, wie genaue Versuche, besonders von Ritter und Marianini, aufser Zweifel gesetzt haben. Die Wirkung der Säule wird dadurch zwar geschwächt, aber keinesweges zerstört. Diese Schwierigkeit wird jedoch durch folgende Betrachtung aufgehoben. Es erhellt, dafs die durch den Strom hervorgebrachte Veränderung der Spannung zwischen einem starren und einem flüssigen Körper entweder in einem veränderten elektromotorischen Zustande der Oberfläche des *starren* oder des *flüssigen* Körpers, oder in beiden Umständen seinen Grund haben mufs. Im ersten Falle tritt die veränderte Spannung nicht nur zwischen dem starren Körper und die Theile des flüssigen, die er während der Ladung berührte, sondern auch in gleichem Grade zwischen dem starren Körper und anderen Theilen desselben flüssigen Körpers hervor. Im zweiten Falle ist es gleichgültig, ob der flüssige Körper die eine oder die andere Oberfläche des starren Körpers oder selbst andere nur mit dem vorigen gleichartige starre Körper berührt. Im dritten Falle ist die Spannung, wenn man die eine von den berührenden Oberflächen gegen eine andere, aber gleichartige austauscht, zwar abnorm, jedoch in geringerem Grade als vorher. Aus dem Versuch 4 geht hervor, dafs in dem Falle, dafs der Zwischenleiter so trocken angewandt wird, dafs keine chemische Action stattfinden kann, nur der elektromotorische Zustand der Oberfläche der Zwischenplatte verändert wird. Dieser

veränderte elektromotorische Zustand gab sich auch zu erkennen, wenn die Oberfläche des Zwischenleiters mit einer anderen Kupferplatte, und selbst, jedoch in geringerem Grade, wenn sie mit anderen Metallen, wie Silber, Messing, Zink, in Berührung gesetzt wurde. Hieraus ist leicht einzusehen, dafs, wenn man eine Anzahl solcher trocknen galvanischen Paare mit homogenen Metallplatten nach Art einer Säule über einander schichtet und der Ladung unterwirft, die Metallplatten nachher trennt und die Papierscheiben zwischen andere, dem vorigen ähnliche, Platten legt, eine neue Säule entsteht, deren Wirkung der der vorigen nur in so weit nachgiebt, als die Ladung durch die bei dieser Arbeit nöthige Zeit verloren gegangen ist. Die für die trocknen Ketten geltende Regel, dafs der durch den Strom veränderte elektromotorische Zustand nur den Zwischenleiter trifft, findet nicht ganz ihre Anwendung bei den nassen Ketten. Die Erfahrung zeigt, dafs hier nicht nur der elektromotorische Zustand der Flüssigkeit, sondern auch in gewissem Grade der der Metalle verändert wird. Es ist leicht sich davon zu überzeugen, wenn man eine Zink- und eine Kupferplatte in eine Flüssigkeit taucht, und die Kette eine Weile geschlossen hält. Nimmt man nachher die Kupferplatte aus der Flüssigkeit heraus, trocknet sie sorgfältig und bringt sie nebst einer neuen Kupferplatte wieder in die Flüssigkeit, und schliefst die Kette durch den Multiplicator, so entsteht ein entgegengesetzter Strom, zum Beweise, dafs die Gegenspannung, die zwischen dem Kupfer und der Flüssigkeit hervorgebracht war, noch mit neuen Theilen der Flüssigkeit in gewissem Grade stattfinde. Hierin liegt also der Grund, dafs die gewöhnliche Ladungssäule durch Austrocknen der Platten und Einschalten neuer Tuchlappen noch etwas von ihrer vorigen Wirksamkeit behält.

Zuletzt will ich noch die Frage zu beantworten suchen, warum gerade an der Stelle der Berührung der

festen und flüssigen Theile der Kette Spannungen während der Einwirkung des Stromes entstehen, die die Summe aller übrigen zwischen den gleichartigen Theilen der Kette hervorgebrachten Spannungen um Vieles übertreffen. Der erste Umstand, welchen man hier in Betracht ziehen muſs, ist die Beweglichkeit der Spannungen jener Erregungsstellen selbst. Es ist bekannt, daſs die Spannungen zwischen starren und flüssigen Körpern mit Genauigkeit schwer zu bestimmen sind, aus dem Grunde, daſs sie leicht unter den Versuchen selbst verändert werden, oder wenigstens zu verschiedenen Zeiten verschieden sind. Beispiele dieser Art sind in Menge vorhanden, und hierzu kann man alle die, besonders von Fechner, untersuchten, zu den Ladungserscheinungen gar nicht gehörigen, Umkehrungen der Richtung des Stromes bei Ketten, deren Metallplatten einander in der elektrischen Reihe nahe liegen, rechnen. Weil also die erwähnten Spannungen, ihrer Natur nach, sich als sehr veränderliche Gröſsen verhalten, so ist es nicht zu bewundern, daſs sie auch durch die Einwirkung des Stromes leicht verändert werden. Ein anderer wesentlicher Grund dieser groſsen Empfänglichkeit der erwähnten Erregungsstellen für die Ladung muſs man ohne Widerrede in der eigenthümlichen Beschaffenheit des Leitungscoëfficienten suchen. Es ist oben geäuſsert worden, daſs die Körper im Allgemeinen desto leichter Ladung annehmen, je schlechter sie leiten, d. h. wenn auch die übrigen Umstände und die durch den Strom hervorgebrachten elektrischen Differenzen gleich sind, so werden die schlechter leitenden Körper leichter geladen. Man ist aber genöthigt dem Leitungscoëfficienten der Stelle der Berührung eines starren und flüssigen Leiters einen Werth beizulegen, der, wenn auch nicht ganz Null, wenigstens so klein ist, daſs er von dem Werthe des Leitungscoëfficienten der homogenen Theile der Kette fast unendlich übertroffen wird, woraus hervorgeht, daſs die

Ladung diese Stelle in besonders hohem Grade treffen mufs.

III. *Das Inductions-Inclinatorium;* *von Wilhelm Weber* [1]).

Die Messung der Inclination der erdmagnetischen Kraft wird hauptsächlich durch zwei Umstände erschwert: 1) durch die Nothwendigkeit, die Magnetnadel während der Messung neu zu magnetisiren (ihre Pole umzukehren), wobei die Nadel sehr leicht irgend eine kleine Veränderung erleiden kann; 2) durch die Nothwendigkeit der verticalen Drehung, wo sich die Einflüsse der Schwere mit den magnetischen Kräften vereinigen und sehr schwer scheiden lassen. Wenn darum die Inclinations-Messungen nie diejenige Präcision erlangen werden, wie die Declinations- und Intensitäts-Messungen, so verdienen alle Mittel zur Inclinations-Messung um so mehr recht sorgfältig aufgesucht, geprüft und verglichen zu werden, um unter ihnen allen nach den Verhältnissen immer die besten zu wählen, und dem unerreichbaren Ziele wenigstens recht nahe zu kommen.

Insbesondere mufs es von Interesse seyn, *ein* Mittel kennen zu lernen, welches frei ist von jenen beiden Haupthindernissen genauer Inclinations-Messungen, nämlich eine Methode, die Inclination der erdmagnetischen Kraft *ohne Umkehrung der Pole, mit einer nur in horizontaler Ebene drehbaren Bussole* zu messen. Die Beschreibung dieser in ihrer Art einzigen Methode ist der Gegenstand des gegenwärtigen Aufsatzes.

Die Inclinations-Messung ohne Umkehrung der Pole

1) Resultate aus den Beobachtungen des magnetischen Vereins. Heft II S. 81.

mit einer nur in horizontaler Ebene drehbaren Bussole kann allein durch die Benutzung der *galvanischen* Kraft bewerkstelligt werden, die nach dem Inductionsgesetze vom Erdmagnetismus in einem bewegten galvanischen Leiter eben so, wie vom Stabmagnetismus hervorgebracht werden kann. Diese *Wirkung* des Erdmagnetismus kann, wenn sie genau beobachtet und gemessen wird, zur Erforschung der *Ursache*, d. i. zur Erforschung des Erdmagnetismus selbst dienen.

Die Induction eines galvanischen Stroms durch die erdmagnetische Kraft ist nun zwar an sich eben so leicht als durch Stabmagnete zu bewirken, aber sie ist so schwach, dafs sie meist gar nicht beobachtet, geschweige genau gemessen werden kann. Auch Faraday scheint mehrere vergebliche Versuche gemacht zu haben, bis sie ihm, wie er sagt [1]), zuletzt auf mehreren Wegen wirklich gelangen; alle von ihm beobachteten Wirkungen sind jedoch sehr schwach gewesen.

Es wird in der Folge in diesen Blättern von einem grofsen Apparate die Rede seyn, mit welchem es Hrn. Hofrath Gaufs gelungen ist, diese durch die Erde inducirten galvanischen Ströme so stark zu machen, dafs sie mit dem Magnetometer ganz genau gemessen werden konnten. Die Resultate dieser Messungen haben zu den genauesten Bestimmungen des bisher noch gar nicht *gemessenen* Inductionsvermögens der magnetischen Kräfte geführt. Da diese neue, mit dem Magnetometer ausgeführte Untersuchung in der Folge ausführlich mitgetheilt werden wird, so möge hier nur bemerkt werden, dafs, um diese Messungen mit dem Magnetometer recht scharf zu machen, nöthig war, zum Inductor und Multiplicator etwa 20000 Fufs übersponnenen Kupferdrahts zu verwenden. Ohne dem würden genaue Messungen nicht möglich gewesen seyn.

Verzichtet man aber auf die feine Messung, welche

1) *Phil. Transact. f.* 1832, *p.* 165. (Ann. Bd. XXV S. 142.)

das Magnetometer gestattet, und begnügt sich mit einer gewöhnlichen Bussole, so läfst sich ein Apparat zu gleichem Zwecke so darstellen, dafs der von der erdmagnetischen Kraft inducirte Strom eine Ablenkung hervorbringt, die viel gröfser ist, als diejenigen, welche man mit dem Magnetometer messen kann. Diese grofse Wirkung ergiebt sich aus einer merkwürdigen Vereinfachung, deren der Apparat durch Anwendung einer gewöhnlichen, auf einer Spitze sich drehenden Bussole fähig wird.

Diese Vereinfachung besteht darin, dafs man nicht einen besonderen Ring als Inductor, um den galvanischen Strom hervorzubringen, und wieder einen besonderen Ring als Multiplicator gebraucht, um den im Inductor hervorgebrachten galvanischen Strom auf eine Magnetnadel wirken zu lassen, sondern einen und denselben Ring als *Inductor* und zugleich als *Multiplicator* dienen läfst. Von selbst ergiebt sich dann auch, dafs dieser Ring noch zwei andere Dienste leistet, nämlich als *Commutator* und als *Dämpfer*. Wir wollen *zuerst* den Apparat betrachten, in wiefern er diese verschiedenen Dienste gleichzeitig leistet, *sodann* wird sich von selbst ergeben, wie der Apparat als Inclinatorium dienen und was er als solches leisten kann.

Der Mechanismus dieses neuen Instruments wird durch die Abbildung, Taf. VI Fig. 1, deutlich werden. Man sieht einen Kupferring mit horizontaler Axe versehen, die, auf Frictionsrollen liegend, durch Rad und Getriebe schnell gedreht werden kann. In diesem Ringe sieht man eine Bussole frei auf einer Spitze schweben, die von einem runden horizontalen Zapfen getragen wird, welcher durch den Kupferring geht und die Verlängerung der Drehungsaxe des Rings bildet. Der Kupferring dreht sich um diesen Zapfen, ohne ihn und die Spitze, auf welcher die Magnetnadel ruht, zu bewegen.

Stellt man dieses einfache Instrument so auf, dafs die Drehungsaxe des Kupferrings horizontal ist, und mit

dem magnetischen Meridian zusammenfällt, so wird die im magnetischen Meridiane liegende magnetische Axe der Bussole auch in der Drehungsaxe des Kupferrings sich befinden. Wenn nun die magnetische Axe der Bussole in der Drehungsaxe des Kupferrings liegt, so kann der Nadelmagnetismus im Kupferringe keinen galvanischen Strom induciren. Eben so wenig kann die horizontale erdmagnetische Kraft einen Strom induciren, weil sie nach eben der Richtung wirkt. Wohl aber muſs die verticale erdmagnetische Kraft einen galvanischen Strom in dem Kupferringe induciren, wenn er um eine horizontale Axe gedreht wird.

Betrachtet man also den Kupferring *zuerst* als Inductor, so hat man ihn bloſs in seinen Beziehungen auf die *verticale* erdmagnetische Kraft zu untersuchen.

Denselben Kupferring kann man aber auch *zweitens* als einen Multiplicator betrachten, durch welchen der von der verticalen erdmagnetischen Kraft inducirte Strom hindurchgeht. Dieser die Bussole umgebende Multiplicator muſs dann eine Ablenkung der Bussole bewirken. Der Kupferring behält zwar nicht während der ganzen Umdrehung die günstigste Stellung, die er als Multiplicator haben könnte; jedoch ergiebt sich, daſs er diese Stellung (als Multiplicator) gerade in den Augenblicken bei jeder Umdrehung hat, wo der von der verticalen erdmagnetischen Kraft inducirte Strom am stärksten ist, und die ungünstigste Stellung nur dann, wenn der inducirte Strom Null ist.

Drittens kann man denselben Kupferring auch noch, wegen seiner Drehung, als Commutator betrachten. Es ist nämlich bekannt, daſs man, statt den galvanischen Strom im Multiplicator mit Hülfe eines Commutators umzukehren, mit gleichem Erfolge den Multiplicator selbst umdrehen kann, wo dann die Drehung des Multiplicators den Commutator ersetzt. Dieſs ist bei unserem Kupferringe der Fall, der, als Inductor, herumgedreht werden

den mufs, und dadurch, als Multiplicator, von selbst auch die Stelle des Commutators vertritt, und bewirkt, dafs die von der verticalen erdmagnetischen Kraft abwechselnd positiv und negativ inducirten Ströme die Bussole immer nach derselben Seite ablenken.

Dafs endlich *viertens* derselbe Kupferring auch als Dämpfer dient, bedarf keiner weiteren Erläuterung. Nur mufs bemerkt werden, wie nützlich dieser Umstand für die Ausführung der Messung wird, weil durch die schnelle Dämpfung der Schwingungen die Bussole bei fortgesetzter Drehung des Inductors fast eben so ruhig und fest in ihrer abgelenkten Lage beharrt, wie sonst im magnetischen Meridiane, ungeachtet doch bei einem nicht ganz vollkommenen Mechanismus kleine Anstöfse, welche die Nadel in Schwingung setzen müssen, nicht vermieden werden können.

Die Theorie dieses Instruments läfst sich nicht vollständig entwickeln, ohne mehrere Sätze zu Hülfe zu nehmen, welche Hr. Hofrath Gaufs durch seine Untersuchungen über Galvanismus, Magnetismus und Induction gefunden hat, und in diesen Blättern mitzutheilen beabsichtigt. Inzwischen leuchtet so viel schon aus dem Gesagten ein, dafs zwei Kräfte auf unsere Bussole wirken, die *eine* parallel mit dem magnetischen Meridiane (die Directionskraft), die *andere* senkrecht gegen den magnetischen Meridian (die ablenkende Kraft). Jene *Directionskraft* rührt vom horizontalen, diese *ablenkende Kraft* dagegen von dem verticalen Erdmagnetismus her, und die Tangente des Ablenkungswinkels mufs daher dem Verhältnisse des verticalen und horizontalen Erdmagnetismus, d. i. der Tangente der gesuchten Neigung, *proportional* seyn. Die *horizontale* erdmagnetische Kraft wirkt *unmittelbar* auf die in horizontaler Ebene drehbare Nadel: sie ist es, durch welche die Nadel die Richtung des magnetischen Meridians zeigt. Die *verticale* erdmagnetische Kraft kann dagegen auf die blofs in hori-

zontaler Ebene drehbare Nadel nur *mittelbar* wirken, indem sie selbst zwar aufgehoben wird, durch Induction aber eine neue *horizontale*, auf den Meridian senkrechte Kraft erzeugt. Wäre diese *horizontale* Kraft jener verticalen, durch die sie entsteht, gleich, so würde die Tangente der Ablenkung, die sie der Declinationsnadel ertheilt, der Tangente der Neigung gleich seyn, welche jene Kraft der Inclinationsnadel ertheilt. Da aber in der That diese *horizontale* Kraft der verticalen, durch die sie entsteht, bloſs *proportional* ist, so ist auch die Tangente der Ablenkung, die sie der Declinationsnadel ertheilt, der Tangente der Neigung, welche jene Kraft der Inclinationsnadel ertheilt, bloſs *proportional*.

Der durch die verticale erdmagnetische Kraft in dem Kupferringe inducirte *galvanische Strom* ist:

1) der verticalen erdmagnetischen Kraft (T') direct,
2) der vom Ringe umschlossenen Kreisfläche (πrr) direct,
3) dem Cosinus des Winkels (φ) der Ringebene mit der Verticalen direct,
4) dem Drehungswinkel ($d\varphi$) direct,
5) dem Widerstande (ω) des Ringes umgekehrt

proportional, und kann dem Producte:

$$\frac{T'}{\omega}.\pi rr.\cos\varphi.d\varphi$$

gleich gesetzt werden, wenn man demgemäſs das Maaſs für alle galvanischen Ströme einzurichten sich vorbehält.

Die *ablenkende* Kraft, die ein solcher Strom auf eine im Mittelpunkte des Rings aufgestellte Bussole ausübt, ist:

1) dem Strome $\left(\frac{T'}{\omega}.\pi rr.\cos\varphi.d\varphi\right)$ direct,
2) dem Nadelmagnetismus (M) direct,
3) der Ringperipherie ($2\pi r$) direct,
4) dem Cosinus des Winkels (φ) der Ringebene mit der Verticalen direct,

5) dem Quadrate des Ringhalbmessers (r) umgekehrt proportional, und kann dem Producte;

$$\frac{T'}{\omega} . \pi r r . \cos\varphi . d\varphi . \frac{2\pi r}{rr} . M . \cos\varphi$$

$$= \frac{2\pi\pi r}{\omega} . MT' . \cos^2\varphi . d\varphi$$

gleich gesetzt werden, wenn man demgemäfs das Maafs des Widerstandes ω einzurichten sich vorbehält.

Hiernach erhält man die *ablenkende* Kraft durch eine halbe Umdrehung des Rings, wenn man:

$$\frac{2\pi\pi r}{\omega} . MT' \cos^2\varphi . d\varphi$$

von $\varphi = -\frac{\pi}{2}$ bis $\varphi = +\frac{\pi}{2}$ integrirt, d. i.:

$$\frac{2\pi\pi r}{\omega} . MT' . \frac{\pi}{2} = \frac{\pi^3 r}{\omega} . MT'.$$

Die *ablenkende* Kraft durch n Umdrehungen (in 1 Secunde) folglich:

$$\frac{2n\pi^3 r}{\omega} . MT'.$$

Die *Directionskraft*, d. i. die Kraft des horizontalen Erdmagnetismus auf die Bussole, ist dem horizontalen Erdmagnetismus (T) und dem Nadelmagnetismus (M) proportional, und nach bekannten Maafsen dem Producte

$$MT$$

gleich zu setzen.

Das Verhältnifs der ablenkenden Kraft zur Directionskraft, oder die Tangente der Ablenkung (v) ergiebt sich hiernach;

$$\tang v = \frac{2n\pi^3 r}{\omega} . \frac{MT'}{MT},$$

oder:

$$\tang v = \frac{2n\pi^3 r}{\omega} . \tang i,$$

wo i die Inclination der erdmagnetischen Kraft, folglich

$tang\, i$ das Verhältniſs $\frac{T'}{T}$ des verticalen und horizontalen Erdmagnetismus bedeutet.

Hiernach ergiebt sich die einfache Anwendung, die man von diesem Instrumente auf die Inclinationsmessung machen kann, wenn man sich auf relative Messungen beschränken will. Bezeichnet man nämlich die Werthe von v an mehreren Orten mit v', v'' etc. und die entsprechenden Werthe von i mit i', i'' etc., und bedenkt, daſs bei gleichem Gebrauche des Instruments und bei gleicher Temperatur [1]) die Gröſsen n, r, ω unverändert bleiben, so hat man:

$$\frac{tang\, i'}{tang\, v'} = \frac{tang\, i''}{tang\, v''} = etc.$$

Bezeichnet man den gemeinschaftlichen Werth dieser Brüche mit a, und ermittelt durch Vergleichung des mit unserem Instrumente gewonnenen Resultats mit dem Resultate einer genauen absoluten Inclinationsmessung den constanten Werth von a, so erhält man in der Folge immer die wahre Neigungstangente, sobald man nur die mit unserem Instrumente gefundene Ablenkungstangente mit jener Constanten multiplicirt, weil

$$tang\, i = a\, tang\, v$$

ist.

Dieses Instrument ist besonders auf Reisen sehr zu empfehlen, wo man die Inclination bloſs vergleichungsweise zu bestimmen braucht, weil eine absolute Messung doch weit besser zu Hause oder in einem zweckmäſsig eingerichteten magnetischen Observatorium, als unterweges, ausgeführt werden kann. Die ganze Messung reducirt sich mit unserem Instrumente bloſs auf zweimalige Ablesung der Bussole, während der Inductor tactmäſsig vorwärts und rückwärts gedreht wird. Der Unterschied

1) Mit der Temperatur würde sich der Leitungswiderstand des Kupfers oder ω etwas verändern.

beider Ablesungen giebt unmittelbar den Werth von $2v$, und also auch den Werth von $tang\, v$.

Der Vortheil, den dieses Instrument vor allen anderen Inclinatorien dadurch hat, daſs keine Umkehrung der Pole nöthig, und kein Einfluſs der Schwere, der erst durch Combination mehrerer Versuche eliminirt werden müſste, möglich ist, ist so groſs, und die Einfachheit und Bequemlichkeit der damit auszuführenden Messung so wichtig, daſs die Schwierigkeiten, welche eine recht vollkommene Ausführung des neuen Instruments hat, wohl überwunden zu werden verdienen. Verzichtet man aber auch vor der Hand noch auf groſse Vollkommenheit in der mechanischen Ausführung des Instruments, so kann doch das Beispiel desjenigen Instruments, womit die sogleich zur Erläuterung des Vorgetragenen zu beschreibenden Versuche gemacht worden sind, zum Beweise dienen, wie leicht nach dieser Methode Instrumente, die fast eben so genaue Resultate, als die meisten Inclinatorien, geben, darzustellen sind. Es wurde nämlich zur ersten Probe ein Instrument bloſs aus vorhandenen Materialien (aus einer kleinen Bussole und einem Getriebe) zusammengesetzt und aus Kupferblech Ringe geschnitten, die, mit dem Getriebe verbunden, als Inductor dienten. Die Versuche mit diesem unvollkommenen Instrumente haben, wie wir sehen werden, unter einander eine Uebereinstimmung bis auf $\frac{1}{2}$ Grad bei einem zu messenden Unterschiede von 21 Grad ergeben, eine Genauigkeit, die ungefähr auch $\frac{1}{2}$ Grad in der Berechnung der absoluten Neigung entspricht. Wenn nun auch bei anderen Inclinatorien die unmittelbaren Ablesungen feiner sind, so kann man doch bei den meisten zweifeln ob das Endresultat genauer sey.

Versuche mit dem Inductions-Inclinatorium.

1) Dimensionen des kupfernen Inductors.

100 Millim. war der innere Durchmesser,

161 - der äußsere Durchmesser des Kupferrings.

Der ganze Ring bestand aus 16 ringförmig ausgeschnittenen Kupferblechen, von denen die 8 ersten und 8 letzten dicht über einander lagen, diese aber von jenen durch einen 12 Millimeter weiten Zwischenraum geschieden waren. Die Dicke des ganzen Rings mit Einschluſs des Zwischenraums betrug 34 Millimeter.

2) Getriebe zur Drehung des Inductors.

7 Umdrehungen der Kurbel entsprachen 40 Umdrehungen des Inductors.

3) Geschwindigkeit der Drehung.

Bei jedem Schlage des Secundenzählers wurde die Kurbel entweder $\frac{1}{2}$ oder 1 Mal herumgedreht, so, daſs auf jeden Schlag $\frac{20}{7}$ oder $\frac{40}{7}$ Umdrehungen des Inductors kamen. Der Secundenzähler gab aber nicht genau Secunden an, sondern 60 Schläge entsprachen 61,7 Secunden, wornach also $\frac{600}{617} \cdot \frac{20}{7}$ oder $\frac{600}{617} \cdot \frac{40}{7}$ Umdrehungen des Inductors auf 1 Secunde, folglich 166,7 oder 333,4 Umdrehungen auf 1 Minute kamen. Diese Drehung wurde gleichförmig etwa 10 Minuten lang fortgesetzt. Während dieser Zeit stand die Bussole fast ganz still und konnte sehr gut beobachtet werden. Die kleinen Schwingungen, die sie machte, betrugen nie über 1 Grad (diese Ruhe der Nadel ist eine Wirkung des Kupferrings, der sie umgiebt, und nach den Gesetzen des Rotationsmagnetismus ihre Schwingungen kräftig dämpft). Während dieser Zeit wurde der Stand der Nadel 12 Mal beobachtet und aus diesen 12 Beobachtungen das Mittel genommen. Darauf wurde der Inductor umgekehrt gedreht und der Stand der Nadel wieder eben so beobachtet. Die

Drehungsaxe des Inductors war bei allen Versuchen horizontal und dem magnetischen Meridiane parallel.

4) Ablesungen der Bussole.

Bei 166,7 Umdrehungen des Inductors in 1 Minute.

	Drehung vorwärts.	Drehung rückwärts.
Stand der Bussole	185°,5	174°,6
	185 ,8	174 ,3
	185 ,5	174 ,4
	185 ,7	174 ,2
	185 ,6	174 ,5
	185 ,4	174 ,0
	185 ,6	174 ,5
	185 ,5	174 ,3
	185 ,4	174 ,5
	185 ,9	174 ,2
	185 ,7	174 ,1
	185 ,4	174 ,2

Nimmt man aus allen diesen Beobachtungen das Mittel, so ergiebt sich für die Drehung vorwärts und rückwärts ein Unterschied:

$$2v = 11°,26.$$

Bei 333,4 Umdrehungen des Inductors in 1 Minute.

	Drehung vorwärts.	Drehung rückwärts.
Stand der Bussole	190°,8	168°,9
	190 ,6	169 ,4
	190 ,6	169 ,3
	190 ,9	169 ,0
	190 ,5	169 ,3
	190 ,8	168 ,9
	190 ,8	169 ,3
	190 ,4	168 ,8
	190 ,7	169 ,2
	190 ,4	169 ,2
	190 ,6	169 ,5
	191 ,0	169 ,1

Nimmt man aus allen diesen Beobachtungen das Mittel, so ergiebt sich für die Drehung vorwärts und rückwärts ein Unterschied:

$$2w = 21^{\circ},52.$$

Die Tangenten der einfachen Ausschläge v und w sollten der Umdrehungs-Geschwindigkeit proportional seyn, d. i. die Tangente von w doppelt so grofs, als die Tangente von v, was auch nahe der Fall ist; denn:

$$tang\, v = tang\ 5^{\circ},63 = 0,09858$$
$$tang\, w = tang\ 10\ ,76 = 0,19003$$

den dritten Theil ihrer Summe kann man als den wahrscheinlichsten Werth der Tangente des Ausschlags bei 166,7 Umdrehungen in 1 Minute betrachten, d. i.:

$$tang\, v = 0,09620.$$

Wenn nun in Göttingen die Neigung i bekannt ist (sie beträgt ungefähr $67^{\circ},50$), so ergiebt sich:

$$a = \frac{tang\, i}{tang\, v} = \frac{tang\, 67^{\circ}\ 50'}{0,0962} = 25,514.$$

Man findet daher die Neigung i' an jedem andern Orte oder zu jeder andern Zeit, wenn man daselbst oder dann blofs den Ausschlag $2\,v'$ bei gleich schneller Drehung des Inductors mifst, nach der Gleichung:

$$tang\, i' = 25,514\ .\ tang\, v'.$$

Zum Schlusse dieses Aufsatzes mögen noch zwei Bemerkungen stehen, die zwar für den Hauptzweck des Instruments, mit dem wir uns beschäftigt haben, von keiner Wichtigkeit sind, aber in anderen Beziehungen Interesse haben, nämlich: 1) über die Bedeutung des Constanten a; 2) über die Einrichtung und den Gebrauch des Instruments, wenn man mit ihm allein *absolute* Inclinations-Messungen machen will.

Was das *Erstere* betrifft, die Bedeutung der Constanten a, so ergiebt sich diese von selbst, wenn man die zwei Gleichungen mit einander vergleicht:

$$tang\,v = \frac{2n\pi^3 r}{\omega} . tang\,i$$

$$tang\,i = a . tang\,v$$

woraus hervorgeht, dafs

$$a = \frac{\omega}{2n\pi^3 r}$$

ist, wo n und r durch Zählung und Messung bekannt gewordene Gröfsen sind. Es geht daraus hervor, dafs a eine Constante ist, welche von dem Widerstande ω abhängt, den der kupferne Inductor dem galvanischen Strome entgegensetzt. Diese Constante kann also *a priori* berechnet werden, wenn der Widerstand des Kupfers für galvanische Ströme aus anderen Versuchen genau bekannt geworden ist. Umgekehrt kann man aber, wenn der Widerstand des Kupfers für galvanische Ströme nicht genau bekannt ist, mit unserem Instrumente, wenn man eine absolute Inclinations-Messung zu Hülfe nimmt, ihn sehr leicht finden. Diese Anwendung des Instrumentes zur Auffindung des Widerstandes des Kupfers gegen galvanische Ströme gewährt für die Lehre vom Galvanismus besonderes Interesse, und wird in der Folge weiter untersucht werden.

Was das *Letztere* betrifft, nämlich die Einrichtung und den Gebrauch des Instruments, wenn man mit ihm allein *absolute* Inclinations-Messungen machen will, so bemerke man, dafs das Taf. VI Fig. 2 abgebildete Instrument, mit welchem die eben beschriebenen Versuche gemacht worden sind, so eingerichtet ist, dafs die Bussole aus der Mitte des Inductors herausgenommen, sodann der Inductor sammt dem ganzen Gestelle um 90° gedreht werden kann, so dafs die Drehungsaxe, welche bisher horizontal war, vertical zu stehen kommt, und dafs endlich dann die Bussole wieder auf denselben festen Zapfen so aufgestellt werden kann, dafs sie wieder

in der Mitte des Inductors sich befindet und in horizontaler Ebene sich frei drehen kann.

Dreht man jetzt den Inductor um eine verticale Axe, so inducirt die horizontale erdmagnetische Kraft einen galvanischen Strom, eben so, wie früher, als der Inductor um eine horizontale Axe gedreht wurde, die verticale erdmagnetische Kraft den Strom inducirte. Die beiden Ströme sind nun den inducirenden Kräften proportional, und die Tangenten der von ihnen hervorgebrachten Ablenkungen der Bussole sind den ablenkenden Kräften oder jenen beiden Strömen proportional. Daher giebt das Verhältnifs der Tangenten beider Ablenkungen das Verhältnifs der verticalen und *horizontalen* erdmagnetischen Kraft oder die Tangente der gesuchten Inclination.

So einfach dieses Verfahren zu seyn scheint, die Inclination absolut zu messen, so ist es doch keiner unmittelbaren Anwendung fähig, weil bei der Drehung des Inductors um eine verticale Axe zwar durch die horizontale erdmagnetische Kraft ein galvanischer Strom inducirt wird, aber nicht durch sie allein, sondern zugleich auch durch die magnetische Kraft der Bussole (was bei der Drehung des Inductors um die horizontale Axe nicht der Fall war). Daher kommt es, dafs bei Drehung des Inductors um eine verticale Axe die Bussole mehr abgelenkt wird, als in Folge der horizontalen erdmagnetischen Kraft allein geschehen würde, und es ist nöthig, den Antheil, den an dieser Ablenkung die inducirende magnetische Kraft der Bussole selbst hat, von dem zu scheiden, welcher die Wirkung der horizontalen erdmagnetischen Kraft ist. Zu dieser Scheidung ist aber noch ein Versuch nothwendig, nämlich mit einer zweiten Bussole von ähnlicher Form, deren magnetische Kraft aber von der der ersten sehr verschieden ist und in einem bekannten Verhältnisse steht. Es leuchtet dann von selbst ein, wie sich der von der Bussole und der von

der erdmagnetischen Kraft inducirte Strom scheiden und alsdann die absolute Inclination leicht berechnen lasse. Jedoch, mufs man hinzufügen, verliert durch diese Complication der Versuche das Resultat an Schärfe, und die Methode den Vorzug der Einfachheit vor anderen Methoden, die Inclination zu messen, und es ist daher zu empfehlen, sich auf die zuerst beschriebene Anwendung des Instruments zu beschränken. Jedoch will ich zur Erläuterung der eben beschriebenen, mit unserem Instrumente auszuführenden absoluten Inclinations-Messung folgenden damit angestellten Versuch mittheilen. Ich wähle dazu denjenigen Versuch, welchen ein sehr geübter Beobachter, Hr. D. Peters aus Copenhagen, während seines Aufenthalts in Göttingen zu machen die Güte hatte. Auch die oben, S. 593, angeführten Versuche sind von ihm gemacht worden. — Die Drehungsaxe des Inductors war bei den folgenden Versuchen immer vertical.

Ablesungen der Bussole.

Bei 166,7 Umdrehungen des Inductors in 1 Minute.

	Drehung vorwärts.	Drehung rückwärts.
Stand der Bussole	184°,4	175°,3
	184 ,6	175 ,5
	184 ,3	175 ,6
	184 ,5	175 ,5
	184 ,4	175 ,4
	184 ,2	175 ,2
	184 ,4	175 ,2
	184 ,4	175 ,5
	184 ,3	175 ,4
	184 ,3	175 ,6

Nimmt man aus allen diesen Beobachtungen das Mittel, so ergiebt sich für die Drehung vorwärts und rückwärts ein Unterschied:

$$2u = 8°,96.$$

Bei 333,4 Umdrehungen des Inductors in 1 Minute.

	Drehung vorwärts.	Drehung rückwärts.
Stand der Bussole	188°,8	170°,7
	188 ,5	171 ,0
	188 ,6	171 ,1
	188 ,7	170 ,8
	188 ,4	171 ,0
	188 ,6	171 ,1
	188 ,4	171 ,0
	188 ,7	170 ,8
	188 ,8	170 ,9
	188 ,5	170 ,9
	188 ,5	
	188 ,4	

Nimmt man aus allen diesen Beobachtungen die Mittel, so ergiebt sich für die Drehung vorwärts und rückwärts ein Unterschied:

$$2\omega = 17^{\circ}\ 65'.$$

Bei diesen Versuchen sind drei Drehungsmomente zu unterscheiden, welche auf die Bussole wirken:

1) das Drehungsmoment der erdmagnetischen Kraft, welches hier den Producten

$$MT.\sin u\ ,\ MT.\sin\omega$$

gleich ist, wenn M den Nadelmagnetismus, T den horizontalen Erdmagnetismus, u und ω die Ablenkungen vom magnetischen Meridian bezeichnen;

2) das Drehungsmoment des von der erdmagnetischen Kraft inducirten Stroms, welches ausser dem Erd- und Nadelmagnetismus, der Zahl der Umdrehungen und dem Cosinus der Ablenkung u oder ω proportional ist, und kurz bezeichnet werden kann mit:

$$\alpha MT.\cos u\ ,\ 2\alpha MT.\cos\omega\,;$$

3) das Drehungsmoment des von der Bussole selbst inducirten Stroms, welches dem Quadrate des Nadelmagnetismus und der Zahl der Umdrehungen proportional,

von der Gröfse der Ablenkung u oder ω aber unabhängig ist, und kurz bezeichnet werden kann mit:

$$\beta MM,\ 2\beta MM.$$

Das erste dieser Momente hält den beiden andern das Gleichgewicht, oder es ist, mit Weglassung des gemeinschaftlichen Factors M,

nach dem *ersten* Versuche:

$$T.\sin u = \alpha T.\cos u + \beta M,$$

nach dem *zweiten* Versuche:

$$T.\sin \omega = 2\alpha T.\cos \omega + 2\beta M.$$

Darauf wurde der Magnetismus der Bussole vermindert, und zwar so, dafs die Bussole, deren Schwingungsdauer bisher $1^{Sec.},136$ gewesen, 3 Secunden Schwingungsdauer erhielt; ihr Magnetismus war also in dem Verhältnifs von $3^2 : 1,136^2$ vermindert worden, und betrug folglich:

$$\frac{1,136^2}{3^2}.M = \frac{M}{6,974}.$$

Mit dieser schwachen Bussole wurde nun noch folgender Versuch gemacht:

Ablesungen der Bussole.

Bei 333,4 Umdrehungen des Inductors in 1 Minute.

	Drehung vorwärts.	Drehung rückwärts.
Stand der Bussole	185°,6	176°,2
	185 ,8	175 ,4
	185 ,2	175 ,4
	185 ,8	175 ,5
	185 ,7	175 ,5
	185 ,8	

Nimmt man aus allen diesen Beobachtungen das Mittel, so ergiebt sich für die Drehung vorwärts und rückwärts ein Unterschied:

$$2t = 10^\circ\ 20.$$

Es ergiebt sich dann auf dieselbe Weise wie vorher:

$$T.\sin t = 2\alpha T.\cos t + 2\beta . \frac{M}{6{,}974}.$$

Diese Gleichung mit den beiden früheren einzeln verglichen, giebt zwei Werthe von α, nämlich:

$$\alpha = \tfrac{1}{2} . \frac{2\sin u - 6{,}974 \sin t}{\cos u - 6{,}974 \cos t}$$

$$\alpha = \tfrac{1}{2} . \frac{\sin \omega - 6{,}974 \sin t}{\cos \omega - 6{,}975 \cos t}.$$

Setzt man darin für t, u und ω die Werthe:

$$5^\circ,10 \;,\; 4^\circ\,48 \;,\; 8^\circ\,825,$$

so hat man folgende zwei Werthe von α:

$$\alpha = 0{,}03897$$
$$\alpha = 0{,}03915.$$

Da der letztere von diesen beiden Werthen mehr Wahrscheinlichkeit hat, als der erstere (weil er aus dem Winkel ω abgeleitet ist, während jener aus dem Winkel u; der Winkel ω aber, weil er fast doppelt so grofs wie u, genauer hat gemessen werden können), so kann man etwa

0,03909

als den wahrscheinlichsten Werth von α betrachten. Bedenkt man nun, dafs α den Werth angiebt, welchen $tang\, u$ haben würde, wenn in unserem letzten Versuche blofs die horizontale erdmagnetische Kraft einen galvanischen Strom inducirt hätte, und dafs sich folglich

$$\alpha : tang\, \varphi = T : T'$$

verhält, so ergiebt sich hieraus:

$$\frac{T'}{T} = tang\, i = \frac{tang\, \varphi}{\alpha}.$$

Nun ist oben der Werth von:

$$tang\, \varphi = 0{,}09620$$

und eben so der Werth von:

$$\alpha = 0{,}03909$$

gefunden worden; woraus folgt:

$$\tang i = \frac{\tang v}{\alpha} = \frac{0{,}09620}{0{,}03909} = 2{,}461$$

$$i = 67^\circ\ 53'\ 10''.$$

Hr. Prof. Forbes aus Edinburgh, welcher im vergangenen Sommer Göttingen besuchte, hat hier am 1. Julius mit einem sehr genauen Instrumente die Inclination zwei Mal gemessen, und das eine Mal 67° 47′ 0″, das andere Mal 67° 53′ 30″ gefunden. Vergleicht man diese Resultate mit demjenigen, was aus obigen, am 8. November desselben Jahres vom Hrn. Dr. Peters mit dem Inductions-Inclinatorium gemachten Versuchen hervorgeht, so ergiebt sich (da die Aenderung der Inclination in den dazwischen verflossenen drei Monaten gewiſs sehr klein ist) wenigstens so viel, daſs der Fehler der mit dem Inductions-Inclinatorium gemachten Messung nur einen kleinen Theil eines Grads betragen könne. Dabei ist noch zu bedenken, daſs jener von Hrn. Dr. Peters angestellte Versuch, der gar nicht in der Absicht, die absolute Inclination genau zu erfahren, sondern bloſs zur Prüfung des Instruments angestellt wurde, nicht im Freien, wie die Versuche des Hrn. Prof. Forbes, sondern im physikalischen Cabinet, wo die benachbarten Gegenstände einigen Einfluſs haben konnten, ausgeführt worden ist.

IV. *Magneto-elektrischer Apparat zur Hervorbringung inducirter Ströme gleicher Intensität in von einander vollkommen getrennten Drähten; von H. W. Dove.*

(Aus den Berichten der K. Preuſs. Academie der Wissenschaften.)

Hr. Dove beschrieb einen magneto-elektrischen Apparat zur Hervorbringung inducirter Ströme gleicher Inten-

sität in von einander vollkommen getrennten Drähten, und theilte Versuche mit über die Anwendung einander compensirender Spiralen bei magneto-elektrischen Untersuchungen.

Eine hufeisenförmig gebogene cylindrische Stange weichen Eisens *pp'* (Taf. VI Fig. 3) ist an ihrer gekrümmten Mitte von einer, durch einen isolirenden Ueberzug von der Berührung mit derselben geschützten, Spirale dicken Kupferdrahts *cd* umwickelt. Auf die ebenfalls isolirend überzogenen geraden, einander parallelen Schenkel lassen sich zwei gerade cylindrische Spiralen *ab* und *el* desselben Drahtes aufschieben, in demselben Sinne als *cd* gewickelt, so dafs, wenn *b* mit *c* und *d* mit *e* verbunden ist, *abcdel* eine stets in demselben Sinne fortlaufende Spirale bildet. Die Enden *a*, *l* dieser beiden Spiralen laufen auf der äufseren Seite der Schenkel in der Richtung dieser letzteren geradlinig fort, damit sie weder dem Ansetzen des Ankers an die Pole *pp'* im Wege sind, noch das Aufschieben der aus langem, dünnen Drahte gewickelten Spiralen $\alpha\beta$ und $\varepsilon\lambda$ auf die von dikkem Drahte gewundenen Spiralen *ab* und *el* hindern.

Die Taf. VI Fig. 4 dargestellte Vorrichtung dient dazu, gleichzeitig zwei von einander vollkommen unabhängige Drähte zu öffnen, von denen der eine (die Inductionsspirale) ein in sich zurücklaufendes Ganze bildet, der andere (die magnetisirende Spirale) die Kupfer- und Zinkplatte einer galvanischen Kette metallisch verbindet. Auf einer, durch eine einfache Kurbel oder beschleunigt drehbaren Glasstange sind zwei Kupfercylinder aufgekittet, an deren nach Innen gewendeten Enden kreisförmige Kupferscheiben, an deren nach Aufsen gewendeten Enden gezackte Räder so aufgelöthet sind, dafs, wenn in die vier darunter befindlichen Gefäfse Quecksilber eingegossen wird, die Zacken beider Räder sich gleichzeitig herausheben, während die Scheiben fortwährend eingetaucht bleiben. Jede aus einem solchen Rade

Rade und einer Scheibe bestehende, mit einem Blitzrade, einem Mutator, Unterbrecher etc. im Wesentlichen übereinkommende Vorrichtung mag *Disjunctor* heifsen. Die Verbindung eines derselben $\varrho\sigma$ mit dem dünnen Draht geschieht durch Schraubenklemmen; die Verbindung der Enden des dicken Drahtes unter einander und derselben mit dem Disjunctor *rs* vermittelst quer durchbohrter Quecksilbergefäfse *i*, welche um den Draht drehbar sind, um in jeder Stellung des Elektromagneten angewendet werden zu können. Die Drähte $\varpi\varpi'$ enden in Handhaben, oder führen zu einem Voltameter, überhaupt zu der Vorrichtung, an welcher der Effect des inducirten Stromes untersucht werden soll. In dieser Form dient der Apparat dazu, die Wirkungen des inducirten und des sogenannten Gegenstromes neben einander zu erhalten, aufserdem den Einflufs der Dicke des Drahtes, der Anwesenheit eines Eisenkernes, des Ansetzens des Ankers (welcher bei einem geradlinigen Elektromagnet hufeisenförmig seyn müfste) anschaulich zu machen.

Nennt man *k* die Kupferplatte, *z* die Zinkplatte der galvanischen Kette, *s* die Scheibe, *r* das Rad des Disjunctors, so erhält man durch die Verbindung *kabcdelsrz* und $\varrho\alpha\beta\varepsilon\lambda\sigma$ die stärkste Wirkung. Bei dem Drehen erscheinen an dem einen Rade die Funken des Gegenstromes, an dem andern die des inducirten, jene, wenn die Räder gleich gestellt sind, in gleicher Intensität bei entgegengesetzter Drehung. Die Erschütterungen sind bei einem Elektromagnet, von 2 Centner Tragkraft und 2 Inductionsspiralen von 500' jede, kaum zu ertragen, werden aber durch Ansetzen des Ankers geschwächt und für das Gefühl daher stechender. Verbindet man hingegen die Spiralen alternirend ($\varrho\alpha\beta\lambda\varepsilon\sigma$), so hören Wasserzersetzung, Erschütterung, Funken etc. vollkommen auf, da die Inductionsspiralen jetzt von gleichen, aber entgegengesetzt gerichteten Strömen durchflossen werden. Die Erscheinungen des Gegenstromes am andern Disjunctor

rs bleiben unverändert. Diese alternirende Verbindung geschieht am einfachsten, wenn man den oben endigenden Draht β und ε geradlinig herunterführt, so dafs die Enden α und β, eben so die Enden ε und λ dicht neben einander zu stehen kommen. Alle vorher betrachteten Erscheinungen hören ebenfalls auf, wenn die einander compensirenden Spiralen auf einem an dem Elektromagnet angesetzten Anker befindlich sind.

Verbindet man die magnetisirenden Spiralen alternirend ($k\,a\,b\,l\,e\,s\,r\,z$), die Inductionsspiralen gleichartig ($\varrho\alpha\beta\varepsilon\lambda\sigma$), so zeigt sich unter dem Einflufs entgegengesetzter Erregungen kein Strom. Verbindet man hingegen die magnetisirenden und Inductionsspiralen alternirend ($kablesrz$ und $\varrho\alpha\beta\lambda\varepsilon\sigma$), so treten lebhafte Wirkungen hervor, welche sich bis zum Unmerklichen schwächen können, wenn man durch Herausziehen des Hufeisens den vielpoligen Elektromagnet entfernt. Ganz analog verhält sich der Gegenstrom bei der Verbindung $k\alpha\beta\lambda\varepsilon z$, wovon der Grund unmittelbar einleuchtet.

Folgende Combinationen zeigen den Einflufs der Dicke des Drahtes:

1) ab als magnetisirende Spirale $\alpha\beta$ oder $\lambda\varepsilon$ als Inductionsspirale. Im ersten Falle inducirende Wirkung der Spirale und des Eisenkerns, im letzteren nur des Eisenkerns. Zieht man den Eisenkern heraus, so erhält man nur die Wirkung der starken Spirale auf die des dünnen Drahts.

2) Durch gegenseitiges Vertauschen der lateinischen und griechischen Buchstaben erhält man die analogen Erscheinungen, wenn ein dünner Draht inducirend auf einen starken wirkt.

3) ab erregend el inducirt } zur Vergleich. d. inducirten
4) $\alpha\beta$ - $\varepsilon\lambda$ - } Stromes u. des Gegenstrom.
5) $\ddot{a}\dot{b}el$ erregend $\alpha\beta\varepsilon\lambda$ inducirt
6) $\alpha\beta\varepsilon\lambda$ - $abel$ -

Befinden sich an der Glasstange drei gleiche Disjunctо-

ren, von denen der dritte durch $\varrho'\sigma'$ bezeichnet werde, so dient der Apparat dazu, Ströme gleicher Intensität in von einander unabhängigen Drähten hervorzubringen. Hat man nämlich zwei Spiralen dünnen Drahtes $\alpha\beta$ und $\varepsilon\lambda$ so gewickelt, dafs sie alternirend zu dem Schema $\alpha\beta\lambda\varepsilon$ verbunden an bestimmten Stellen des Elektromagneten einander in der Weise neutralisiren, dafs sie unter dem inducirenden Einflusse desselben keine Bewegung an der Nadel eines Galvanometers, mit dem sie durch ihre unverbundenen Enden α, λ communiciren, erzeugen, so trennt man beide und verbindet die Enden α, β mit dem Disjunctor $\varrho\sigma$, die Enden ε, λ mit dem Disjunctor $\varrho'\sigma'$. Alle bisher nur an der Magnetnadel durch momentane Impulse erhaltenen Resultate lassen sich auf diese Weise auf das Voltameter übertragen. Da das gleichzeitige Herausheben der Zacken aus der Flüssigkeit von der gleichen Höhe derselben in den Gefäfsen abhängt, so ist es hier vortheilhafter, sich eines schleifenden Drahtes, wie bei dem Blitzrade und dem Commutator, zu bedienen.

Bei den Untersuchungen über die inducirende Wirkung eines von einem Stahlmagnete abgerissenen kurzen Ankers auf die ihn umgebende Spirale hat Hr. Lenz gefunden, dafs die Stelle der Umwicklung gleichgültig sey. Unter der Voraussetzung, dafs ein in seinen natürlichen Zustand aus dem eines Elektromagneten zurückkehrendes Eisen sich wie ein Anker verhält, welchen man von den Polen eines Magneten abreifst, würde man den Ort, an welchem man die Inductionsspirale anbringt, für gleichgültig ansehen dürfen. Bei mehrere Fufs langen und oft mehrere Zoll dicken Eisenstangen, wie man sie zu Elektromagneten anwendet, die aufserdem hufeisenförmig umgebogen sind, darf aber nicht von vorn herein angenommen werden, dafs alle Theile derselben einen gleichen Grad der Weiche haben; auch lassen sich nur bei geraden Stangen, wo man den Draht in die Gänge

einer richtig geschnittenen Schraube winden kann, diese Windungen vollkommen gleichförmig anlegen. Die einander compensirenden Spiralen geben ein vortreffliches Mittel an die Hand, die hier angeregten Fragen zu beantworten.

Ein umsponnener Kupferdraht wurde in zwei Spiralen von 60 Windungen geschlungen, die durch ein langes, gerade fortlaufendes Ende mit einander verbunden waren. Jede dieser Spiralen wurde auf einen der Pole eines 22 Zoll langen, 14 Linien dicken Elektromagneten geschoben, welchen ein $2\frac{1}{2}$ Linien dicker Kupferdraht in 60 Windungen umgab. Nachdem die Compensation der Spiralen nahe an den Enden des Elektromagneten am Galvanometer ermittelt worden, wurde die eine Spirale bei unveränderter Lage der andern an einer der Mitte näheren Stelle angebracht und die Verbindung des Elektromagneten mit der galvanischen Kette aufgehoben. Sogleich zeigten sich starke Ablenkungen, und zwar im entgegengesetzten Sinne, wenn die vorher von der Mitte entferntere Spirale nun die ihr nähere wurde. Die Ablenkungen geschahen im Sinne der der Mitte genäherten Spirale. Sie hingen aber nicht von den etwa ungleichen Windungen des Drahtes ab; denn als dasselbe als Elektromagnet benutzte Hufeisen darauf als Anker eines kräftigen Elektromagneten angewendet wurde, wurde die an bestimmten Stellen erreichte Compensation durch Verschieben der einen Spirale sogleich aufgehoben. Da bei diesem Verfahren das Abziehen unsicher ist, so wurde der Elektromagnet durch Wegnahme des Verbindungsdrahtes von der galvanischen Kette getrennt. Diese Methode bietet demnach ein sehr einfaches Mittel dar, die an verschiedenen Stellen eines Elektromagneten verschiedene inducirende Kraft zu messen, da durch Vervielfältigung der Windungen nach bekannten Gesetzen die gestörte Compensation wieder erreicht werden kann. Auch kann man die durch die Anzahl

der Drahtwindungen noch nicht vollkommen erreichte Compensation zweier Spiralen durch Verschieben einer derselben in aller Strenge erhalten.

Da bei den galvanischen Ketten gewöhnlicher Construction die Wirkung derselben in einem längeren Zeitraum keinesweges constant ist, so bleibt noch die Frage zu beantworten, ob zwei, unter der Wirkung einer kräftigen Kette einander neutralisirende Spiralen diefs auch bei schwächeren Ketten thun, oder mit anderen Worten, ob die Vertheilung der Intensität in einem Elektromagneten unabhängig ist von der absoluten Intensität desselben. Ein Kupfertrog von 13 Zoll Seite mit 4 Kupferplatten und 4 amalgamirten Zinkplatten gleicher Dimension wurde mit dem Elektromagneten in Verbindung gebracht, dann ein kleinerer, in welchem die Zinkplatte aus zwei 3 Zoll hohen Cylindern bestand, von nur 2 und 7 Zoll Durchmesser. Das Gleichgewicht der Ströme blieb bestehend, daher wird das sogenannte Wogen der Kraft der Kette hier unschädlich seyn, indem es die beiden getrennten Ströme gleichmäfsig afficirt.

Eine elektro-dynamische Spirale ohne Eisenkern in einem hohlen Eisencylinder erregt in einer diesen umgebenden Spirale einen unmerklichen Strom, mit Eisenkern einen schwächeren, als wenn der hohle Cylinder entfernt ist. Diese auch von andern Physikern neuerdings bestätigten Resultate schienen aus dem Verhalten hohler Cylinder als Anker erklärt werden zu können. Ein in einen hohlen Eisencylinder enganschliefsend hineingeschobener Stahlmagnet zeigt nämlich, wenn der Cylinder die Dimensionen eines Flintenlaufes, oder noch dickere Wände hat, nach aufsen fast gar keine Wirkung. In eine Spirale eingetaucht, erregt er so gut wie keinen Strom; an Seide aufgehängt, wird jedes Ende desselben von beiden Polen eines zur Seite gehaltenen Magneten angezogen, er rotirt nicht unter dem Einflufs einer rotirenden Kupferscheibe, ist also viel mehr neutra-

lisirt als ein Hufeisen durch geradlinigen Anker, welches unter diesen Bedingungen, wenn auch schwach, rotirt. Da nun ein Elektromagnet nie so eng anschliefsen kann, als ein Stahlmagnet, so würde das Hindurchwirken eines Elektromagneten durch einen hohlen Eisencylinder darin eine Erklärung finden, die Wirkungslosigkeit einer elektro-dynamischen Spirale hingegen in der geringen Intensität ihrer Wirkung. Nach dieser Ansicht mufs die Continuität des Eisens als solche einen unbedeutenden Einflufs äufsern, die Dicke der Wände und ihre Entfernung von dem eingeschlossenen Magneten einen bedeutenden. Auf den Schenkel eines Elektromagneten, von 28 Zoll Länge und 1½ Zoll Dicke, umwickelt mit 65 Windungen eines 2½ Lin. dicken Kupferdrahtes, wurde eine 4 Zoll 2 Lin. weite Rolle, 500 F. langen und ½ Lin. dicken Drahtes geschoben, und nach der Verbindung beider mit den Disjunctoren die Erschütterungen geprüft. Sie blieben fast eben so kräftig, nachdem ein 35 Lin. weiter Eisencylinder von dünnem Eisenblech zuerst geschlossen, dann der Länge nach aufgeschnitten, zwischen den Elektromagneten und die Inductionsspirale eingeschaltet wurde. Darauf wurde ein geradliniger Elektromagnet in zwei einander compensirende Spiralen gelegt, so dafs jede derselben eine Hälfte umschlofs, dann zwei gleich lange Stücke eines Flintenlaufes eingeschaltet, und, nachdem der eine der Länge nach aufgeschnitten worden, gefunden, dafs die Compensation fast eben so genau stattfand. Dadurch scheinen die früheren Annahmen bestätigt.

Die compensirenden Spiralen finden noch eine einfache Anwendung bei Untersuchung des Einflusses, welchen lange, in demselben Sinne fortgesetztes Elektromagnetisiren auf die Fähigkeit des Eisens, entgegengesetzten Magnetismus bei Umkehrung des Stromes anzunehmen, äufsert. Auch läfst sich durch sie die Frage beantworten, ob ein Leiter, welcher lange Zeit einen

Strom fortgeleitet hat, dadurch untauglicher wird, den entgegengesetzten zu leiten. Man wickelt nämlich aus starkem Draht zwei gleiche und gleichlaufende cylindrische Spiralen *ab* und *cd*, und legt in sie zwei gleiche Eisenkerne, die noch nicht elektromagnetisirt worden sind. Auf diese beiden magnetisirenden Spiralen werden zwei Inductionsspiralen $\alpha\beta$ und $\gamma\delta$ von dünnem Draht aufgeschoben, welche, alternirend verbunden, einander neutralisiren. Nachdem bei unveränderter Lage der Eisenkerne der Strom lange fortgesetzt worden, wird der eine Eisenkern umgekehrt, so dafs das vorher bei *c* liegende Ende nun bei *d* zu liegen kommt. Diefs beantwortet die erste Frage. Darauf werden, bei umgekehrt bleibender Lage des zweiten Eisenkerns, die magnetisirenden Spiralen alternirend verbunden (*abdc*). Dadurch erhält man den hierbei stattfindenden Einflufs des Drahtes. Endlich kann man beide Wirkungen vereint erhalten, wenn die Lage der Eisenkerne die anfängliche bleibt, die Verbindung der Spiralen aber alternirend ist. Das Aufhören oder Fortbestehen der Compensation ist das Prüfungsmittel. Einzelne dünne Eisenstäbe, parallel neben einander in die eine magnetisirende Spirale hineingelegt, während eine Stange gleicher Länge und gleichen Gewichts in der andern liegt, oder hinter einander liegende Stücke gleicher Dicke, deren Gesammtgewicht dasselbe ist, als das des zusammenhängenden Eisenkerns der andern, geben auf gleiche Weise eine Entscheidung darüber, welche Form des Eisens die vortheilhafteste sey.

In der 9ten Reihe (1118) sagt Faraday: »In dem Schraubendraht der magnetoelektrischen Maschine (z. B. der schönen des Hrn. Saxton) mufs, vermöge der Construction des Apparates, der elektrische Strom in dem ersten Augenblick seiner Bildung einen geschlossenen Metallbogen von grofser Länge durchwandern; er nimmt allmälig an Stärke zu, und wird dann plötzlich durch Oeffnen des Metallbogens unterbrochen. So erhält dann

die in diesem Momente überspringende Elektricität durch Vertheilung eine große Intensität; diese Intensität zeigt sich nicht nur durch den Glanz der Funken und die Stärke der Schläge, sondern auch durch die erfahrungsmäßig erprobte Nothwendigkeit einer guten Isolirung der Windungen des Drahtes, in welchem der Strom gebildet wird. Sie giebt dem Strom eine Stärke, welche der Apparat ohne Benutzung dieses Princips bei Weiten nicht erreichen würde.«

Der oben beschriebene Apparat erlaubt direct zu untersuchen, welchen Einfluß dieses Princip äußert. Hat man bei gleichem Stande der Zacken der drei Räder und gleicher Höhe des Quecksilbers in den drei Gefäßen durch die alternirende Verbindung der beiden Spiralen $\alpha\beta$ und $\varepsilon\lambda$ die Gleichheit ihrer Wirkung ermittelt, so wird man durch Erhöhen des Quecksilbers in dem einen der Gefäße ϱ oder ϱ' die Dauer des Eintauchens seiner Zacken verlängern können. Es müßte sich nun an diesem Drahte, nach dem Faraday'schen Princip, eine größere Intensität zeigen, welche sich, durch Vergleichung mit der an der Scheibe mit unverändertem Niveau, ermitteln läßt. Noch schärfer läßt sich dieß an der Vorrichtung mit schleifendem Drahte zeigen, wenn die ausgeschnittenen Räder sich gegen die Hebel etwas verstellen lassen.

Die Intensität des Stroms ist übrigens so bedeutend, daß, wenn man die Enden der Inductionsspirale, ohne sie mit den Disjunctoren zu verbinden, durch den Körper oder ein Voltameter unmittelbar schließt, man bei Spiralen von 1000 F. Länge zusammen und dem oben angeführten Elektromagneten von 28 Zoll Länge (wenn dieser durch einen gewöhnlichen Calorimotor von 7 Zoll Höhe und 4 Zoll Durchmesser mit dreimaliger Abwechslung von Zink und Kupfer magnetisirt wird) unerträgliche Erschütterungen und die lebhafteste Wasserzersetzung erhält. Eben so wird das Verbrennen der Stahlfeder sehr lebhaft,

wenn man das andere Ende des in dieselbe endenden Drahtes unmittelbar auf der Scheibe des zweiten Disjunctors schleifen läfst, und sie nicht erst mit dem Rade verbindet. Dreht sich die Stange der Disjunctoren, bei Anwendung von Quecksilbergefäfsen, nicht centrisch, so werden die Zacken eines Rades nicht immer eintauchen, während die des andern eintauchen. Dann erhält man eine scheinbar schwächere Wirkung durch Anwendung des zweiten Disjunctors. Es mufs daher dieser Theil des Apparates mit Sorgfalt angefertigt werden, welches übrigens keine Schwierigkeit darbietet, besonders wenn man sich schleifender Drähte bedient.

V. *Ueber Biot's Behauptung, Galiläi sey der erste Entdecker der Klangfiguren; vom Prof. Strehlke.*

In Biot's Experimentalphysik, Th. I S. 388, findet sich folgende Stelle: »Hält man also den Ton einige Augenblicke hindurch an, so suchen alle die kleinen Sandkörner auf diesen Linien ihre Zuflucht, indem sie sonst nirgends einen Ruheort finden, und machen so die Gestaltung der Knotenlinien sichtbar. Der Erfinder dieses sinnreichen Mittels ist Galiläi, wie aus dem ersten Tage seiner Dialogen über die Bewegung erhellt. Allein es gerieth wieder in Vergessenheit, bis auf die Zeit, wo Chladni die Entdeckung desselben, so zu sagen, erneuerte, indem er es auf eine grofse Anzahl von Versuchen über die Schwingungen elastischer Scheiben anwandte.«

Biot bestimmt die Stelle in Galiläi's Dialogen nicht genauer, wir werden also nöthig haben, mehrere Stellen, die sich auf den fraglichen Gegenstand beziehen,

einer genaueren Betrachtung zu unterwerfen, um diejenigen zu ermitteln, durch welche Biot veranlafst worden ist, unserem Chladni die Ehre der ersten Entdekkung abzusprechen. Aber ich gestehe gleich von vorn herein, dafs ich eine solche Stelle nicht habe finden können. Galiläi kommt erst gegen den Schlufs des erwähnten ersten Dialogs über die Bewegung gleichsam episodisch auf akustische Probleme, die er an verwandte Probleme über Pendelschwingungen anknüpft.

Die von ihm, wie er sagt, in früher Jugend gemachte Beobachtung, dafs ein einzelner Mensch die gröfste Glocke durch regelmäfsige Impulse in eine solche Bewegung versetzen könne, dafs sechs Menschen dieselbe nicht wieder augenblicklich zur Ruhe zu bringen vermöchten, sondern von derselben in die Höhe gehoben würden, erscheint ihm geeignet, über die Erscheinung Aufschlufs zu geben, wie eine Saite durch die Luft hin andere Saiten zum Mittönen bringen könne. Galiläi's Worte sind: »Dieses Beispiel (von der Bewegung der Glocke) ist geeignet, Rechenschaft zu geben von jenem wunderbaren Problem der Saite einer Cither oder eines Cimbals, welche nicht allein die Saite bewegt und zum Tönen bringt, die mit ihr im Einklange ist, sondern auch diejenige, welche von ihr um eine Octave oder Quinte verschieden ist. Die berührte Saite beginnt und setzt ihre Vibrationen so lange fort, als wir sie tönen hören. Diese Vibrationen lassen die anliegende Luft schwingen und erzittern, deren Bebungen und Kräuselungen bei ihrer Verbreitung durch einen grofsen Raum alle Saiten desselben Instruments, so wie die Saiten benachbarter Instrumente anstofsen« u. s. w.

»Diese durch die Luft sich verbreitende Undulation bewegt nicht allein Saiten und läfst sie schwingen, sondern auch jeden andern Körper, welcher zum Erzittern und Schwingen in demselben Tempo geeignet ist, als die erzitternde Saite, so dafs, wenn man an den Bor-

den (*nelle sponde*) des Instruments Stückchen von starken Haaren (*pezzetti di setole*) oder von einem andern biegsamen Stoffe befestigt, man beim Tönen des Cimbals bald dieses, bald jenes Körperchen erzittern sehen wird, je nachdem die Saite berührt wird, deren Schwingungen in demselben Tempo geschehen, und es werden die übrigen Körperchen nicht bei dem Tone dieser Saite bewegt werden.«

Die Art der Befestigung der Haare ist nicht genauer angegeben, aber offenbar sind nur zwei Fälle möglich. Entweder waren sie an beiden Enden befestigt, oder wie Stäbe an einem Ende fest, frei schwingend mit dem andern Ende. Beide Male werden die Haare oder elastischen Körper tönen können. So spannte ich ein langes Pferdehaar durch Siegellack über ein hölzernes Lineal, und setzte ein aus einer Spielkarte geschnittenes Dreieck als Steg unter diese Saite. Darauf wurde die eine Abtheilung dieser Haarsaite mit dem Tone einer Stimmgabel in Einklang gebracht. Setzte ich nun den Fuſs der Stimmgabel auf das Lineal, so erschien die genannte Abtheilung des Haares sehr deutlich bewegt, während die andere kürzere ganz ruhig blieb. Der Ton des Haares war nicht zu vernehmen, wegen des vorwaltenden stärkeren Tones der Stimmgabel. Bei einer kräftigeren Anregung, als sie die Stimmgabel der Luft mittheilen konnte, würde auch diese das Haar in schwingende Bewegung gesetzt haben.

»Streicht man mit dem Violinbogen eine dickere Saite einer Baſsgeige, und bringt ein dünnes, plattes Trinkglas in die Nähe, so wird, wenn der Ton der Saite im Einklange ist mit dem Tone des Trinkglases, dasselbe erzittern und merklich tönen. Daſs nun jene Schwingung des Mediums um den tönenden Körper sich auf einen gröſseren Abstand erstreckt, sehen wir ganz offenbar daraus, daſs, wenn wir ein mit Wasser gefülltes Trinkglas durch Reiben seines Randes mit dem Finger

zum Tönen bringen, wir das im Gefäfse enthaltene Wasser in sehr regelmäfsiger Weise undulirend erblicken. Diesen Effect wird man noch besser wahrnehmen, wenn man den Fuſs des Trinkglases auf den Boden eines hinlänglich weiten, bis an den Rand des Trinkglases mit Wasser gefüllten Gefäfses setzt, und nun auf dieselbe Weise durch Reiben mit dem Finger das Glas zum Tönen bringt, so wird man im Wasser sehr regelmäfsige Kräuselungen sehen, die mit grofser Geschwindigkeit sich bis auf einen grofsen Abstand vom Glase verbreiten, ja sogar, wenn ich ein hinlänglich weites und mit Wasser gefülltes Trinkglas zum Tönen brachte, so gelang es mir öfters, Wellen von sehr regelmäfsiger Bildung zu sehen, und wenn es zuweilen geschah, dafs der Ton des Glases zu einer Octave höher hinaufstieg, so sah ich gleichzeitig jede Welle sich in zwei Wellen theilen, welche Erscheinung auf das Deutlichste beweist, dafs die Form der Octave in einer Verdoppelung bestehe.«

Bei diesem Versuche war offenbar Galiläi nahe daran, die ruhenden Stellen auf beiden Seiten des Trinkglases, sowohl der inneren als der äufseren Seite, wahrzunehmen; aber seine Worte lassen keinen Zweifel darüber, dafs er sie nicht wahrgenommen habe. Auch liefsen sich bei dieser Art der Tonerregung, wo die Knotenlinien fortrücken, wenn der reibende Finger seine Stelle auf dem Rande des Glases ändert, die Knotenlinien weniger leicht entdecken.

»Da man aber jene Wellen (fährt Galiläi fort) im Wasser nur so lange sehen und beobachten kann, als die Reibung mit dem Finger anhält, und da dieselben nicht einmal während dieser Zeit bleibend sind, wäre es nicht ein köstliches Ding, wenn wir solche Wellen beobachten könnten, die längere Zeit anhielten, nämlich Monate und Jahre hindurch, so dafs sie mit Bequemlichkeit gemessen und leicht gezählt werden könnten? — Ich verdanke die folgende Beobachtung dem Zufalle. —

Wie ich mit einem Schaber (*con uno scarpello*) aus schneidendem Eisen eine Messingplatte schabte, um einige Flecke davon wegzubringen, und wie ich den Schaber mit Schnelligkeit auf derselben bewegte, so hörte ich ein Mal und zwei Mal zwischen vielen Streichungen ein Pfeifen und ein starkes deutliches Geschrill, und wie ich auf die Platte sah, so bemerkte ich eine lange Reihe von feinen, unter einander parallelen Strichen (*vidi un lungo ordine di virgoletti sottili*), die durch ganz gleiche Zwischenräume von einander getrennt waren. Als ich nun wieder zum Schaben zurückkehrte, so bemerkte ich öfter, dafs der Schaber nur bei den Reibungen, welche das Geschrill herworbrachten, Eindrücke auf der Platte zurückliefs; wenn aber das Streichen ohne Geschrill abging, so blieb auch nicht die geringste Spur von solchen eingedrückten Strichen. Als ich ein ander Mal das Spiel wiederholte, bald mit gröfserer, bald mit geringerer Geschwindigkeit schabend, so trat das Geschrill bald mit einem höheren, bald mit einem tieferen Tone auf, und ich bemerkte, dafs die mit dem höheren Tone gebildeten Zeichen häufiger waren, weniger häufig bei dem tieferen Tone; und zuweilen auch, wenn beim Schlusse des Schabens eine gröfsere Schnelligkeit eintrat als zu Anfang, so hörte man den Ton sich fortwährend erhöhen, und die Striche sah man in gröfserer Anzahl, aber stets mit der gröfsten Nettigkeit und in genau gleichen Abständen von einander gezeichnet. Dazu fühlte ich, während durch das Schaben das Geschrill hervorgebracht wurde, das Eisen in meiner Faust erzittern und einen gewissen Schauder durch meine Hand laufen. In Summa sieht und zählt man, wie das Eisen genau dasselbe thut, was man thut, wenn man mit gedämpfter Stimme redet und dann einen kräftigen Ton anstimmt. Denn wenn man den Hauch entsendet, ohne einen Laut zu bilden, so empfindet man weder in der Kehle, noch in dem Munde irgend eine Bewegung entstehen im Ver-

gleich mit dem starken Zittern, welches man im Kehlkopf und im ganzen Rachen entstehen fühlt beim Ausstofsen der Stimme, und besonders bei einem tiefen und kräftigen Tone. Dann merkte ich unter den Saiten des Cimbals zwei an, welche mit jenen, bei den durch das Schaben entstandenen Lauten im Einklange waren — und fand sie genau um eine vollkommene Quinte verschieden, und, wie ich darauf die Abstände der Striche, welche dem einen und dem andern Streichen angehörten, maafs, so fand sich, dafs der Abstand des einen 45 Theile enthielt, und 30 Theile des andern, welches in Wahrheit die der Quinte beigelegte Form ist.«

Wenn man eben von der Lesung der oben angeführten Stelle der Biot'schen Physik kommt, so ist man wohl geneigt, in der langen Reihe der *virgoletti* an Klangfiguren zu denken, welche beim Tönen der Platte sich in dem abgeschabten Messingfeilicht gebildet haben konnten. Wenigstens ist mir's anfangs so mit dieser Stelle gegangen, und noch mehreren Andern, welche ich auf diese Stelle aufmerksam gemacht habe. Eine genauere Erwägung derselben läfst indessen bei der Bestimmtheit der Beschreibung gar keinen Zweifel darüber, dafs hier nur von den feinen Linien die Rede ist, welche man erhält, wenn ein gewisses Hindernifs, welches immer mit derselben Kraft aufs Neue hervorgerufen wird, auf einer ebenen Fläche aufgehoben wird, worüber W. Weber in seiner ersten Abhandlung über die Zungenpfeife sich bestimmter ausspricht. Hieher gehört die Hervorbringung des Tons, wenn man mit angefeuchtetem Finger über eine polirte Tischfläche, oder über eine getünchte Wand hinfährt, wo man auf der ersten eine Reihe matter, auf der andern eine Reihe dunklerer Flecke findet, welche durch die Breitzung entstanden sind. In wie weit der gewählte Körper die Tonerzeugung begünstige (auf Tischplatten aus Holz bringt man leicht diese Töne hervor, auf grofsen polirten Granitmassen hat mir

die Erregung nicht gelingen wollen), mag für jetzt ununtersucht bleiben; nur bemerke ich noch, dafs ich das von Galiläi beschriebene Experiment auf einem mehrere Fuſs langen Stabe aus Zink mit einem etwas stumpfen Messer mit Leichtigkeit hervorgebracht habe. Ich erhielt durch einen einzigen Strich mit der Schärfe des Messers eine grofse Menge einander paralleler Einschnitte, welche auf der Längenaxe des Stabes senkrecht waren, und beinahe in gleichen Intervallen von einander abstanden. Durch eine raschere Bewegung des Messers erhielt ich auch höhere Töne. Waren diese Töne auch nicht gerade entwickelt, so waren sie doch deutlich genug, um von einander sicher unterschieden werden zu können.

Die angeführten Stellen sind die einzigen, welche auf die Klangfiguren bezogen werden könnten; aber in allen wird nirgends erwähnt, dafs Galiläi ein Mittel gefunden habe, die ruhenden Stellen einer schwingenden Fläche durch kleine Körperchen sichtbar zu machen, was doch der Erfinder der Klangfiguren thun müſste; vielmehr ist anzunehmen, dafs zu Galiläi's Zeit, wie noch lange nach ihm, die Ansicht galt, dafs eine schwingende Fläche in allen Theilen in Bewegung sey.

VI. *Ueber Grundeisbildung; vom Dr. Mohr in Coblenz.*

Im 53sten Bande der *Annales de chimie et de physique* entwickelt Gay-Lussac eine neue, sehr sinnreiche Erklärung der Grundeisbildung in Flüssen, im Gegensatz zu der bekannten Arago'schen Erklärung, mitgetheilt im *Annuaire* von 1833 [1]. Arago leitet die Grundeisbildung von der Wirkung fester Körper auf eine übersättigte (überschmolzene, nach Frankenheim) Flüssigkeit ab; Gay-Lussac dagegen findet den Grund der Erstar-

1) Annalen, Bd. XXVIII S. 204.

rung in der mitgebrachten Kälte der kleineren Eistheilchen, die an der Oberfläche des Wassers durch Ausstrahlung oder Berührung der kalten Luft abgekühlt, durch den Strom nach unten gerissen werden, und am Boden durch Gefrierenmachen des umgebenden Wassers agglutiniren sollen.

Im Monate Januar 1838 haben sich bei dem starken Froste Erscheinungen im Rheine bei Coblenz beobachten lassen, welche der einen dieser beiden Ansichten ein entschiedenes Uebergewicht geben.

Die Bildung feiner Eisnadeln, wie sie Gay-Lussac voraussetzt, kommt im Rheine niemals vor, sondern es bilden sich nur Schollen, welche entschieden auf der Oberfläche des Wassers schwimmen, und nicht zum Untersinken kommen. Die Entstehung von Eisnadeln, wie sie Scoresby und Parry in den arctischen Meeren beobachteten, kommt bei uns nur sehr selten in kleineren Flüssen, Bächen und Mühlengerinnen vor. In diesem Falle sind aber die Eisnadeln vollkommen benetzt, und von einer solchen Dünne, dafs sie unmöglich eine andere Temperatur, als die des umgebenden Wassers haben können.

Entfernt von aller Bildung von Eisnadeln, welche den Flufs undurchsichtig machen würden, nimmt der Rhein im Gegentheil während des Processes eine Klarheit und ein Grün an, welche er während des ganzen Jahres in unseren Gegenden niemals, sondern nur bei Constanz oder Schafhausen hat. Man kann durch Schichten von 6 bis 8 Fufs Tiefe die Beschaffenheit des Bodens deutlich erkennen, und ärmere Leute benutzen während des Frostes diese Durchsichtigkeit, um an den Landungsplätzen der Schiffe in's Wasser gefallene Gegenstände wieder aufzusuchen. Während dieser Zeit findet aber die Grundeisbildung am stärksten statt. Die Ankerketten der Schiffbrücke, welche Ehrenbreitstein und Coblenz verbindet, werden, während die Brücke abgebrochen ist, im

in das Flufsbett versenkt, und nach dem Eisgang an der Suchkette wieder aufgezogen. Diese Ketten haben sich an den tiefsten Stellen des Rheines so sehr mit Grundeis beladen, dafs sie sämmtlich gehoben worden sind. Die täglich überfahrenden Kähne passiren hundert Mal diese schwimmenden Ketten.

Im Jahre 1830 wurde bei einem sehr heftigen Eisgange der Mosel das Eis derselben eine Meile weit aufwärts in das Bett des Rheines getrieben, indem der Flufs unterhalb noch fest war. Bei diesem Stauen des Eises gegen den Strom des Rheins ging das Eis fast auf den Boden, und rifs mehre Anker und Ketten der Schiffbrücke los. Einer dieser Anker ist in diesem Jahre bei dem Dorfe Pfaffendorf, eine Viertelstunde oberhalb der Brücke, durch das Grundeis gehoben worden. Er lag an einer sehr tiefen Stelle, und wurde sammt der Kette wieder herausgezogen.

Ein ferneres sehr interessantes Factum ist endlich das folgende: Die Joche der Schiffbrücke konnten wegen niedrigen Wasserstandes nicht in den Sicherheitshafen gefahren werden, und mufsten also im Flusse bleiben. Als endlich der Frost aufhörte und der Eisgang erwartet wurde, war an dem Boden eine Schicht von 5 rhein. Fufs Dicke schwammigen Grundeises angewachsen, welches, da es mechanisch nicht entfernt werden konnte, den Eingang der Schiffe in den Hafen unmöglich machte. Man war genöthigt eine wärmere Temperatur des Flusses und der Luft abzuwarten, wobei sich diese ungeheure Masse von selbst löste und die Schiffe flott machte. Die Schiffe an sich haben ungefähr 18 Zoll Tiefgang, so dafs die unterste Schicht des Grundeises $6\frac{1}{2}$ Fufs unter der Oberfläche des Wassers war.

Alle diese Thatsachen zusammengenommen entscheiden, wie es mir scheint, gegen die Erklärung von Gay-Lussac; denn erstens werden während der Grundeisbildung durchaus keine Eisnadeln im Flusse bemerkt,

zweitens findet die Grundeisbildung in einer Tiefe statt, bis zu der es durchaus unmöglich ist, daſs eine erkältete Eisnadel gelangen könnte, ohne die Temperatur des umgebenden Wassers anzunehmen. Es ist aber auch nicht ersichtlich, wodurch ein Stückchen Eis bis zur Tiefe von 6 bis 8 Fuſs hinabgeführt werden könnte, da die Bewegung des im ebenen Bette gehenden Flusses blos horizontal ist. Sollte eine, bis zu mehreren Graden unter Null abgekühlte Eisnadel auch wirklich untergetaucht werden, so ist das Natürlichste, daſs sie aus dem gerade gefrierrechten Wasser eine mehr oder minder dicke Schicht von Eis um sich bilde, welche sie um so leichter wieder zum Steigen bringen wird. Der von Gay-Lussac angeführte Versuch, wobei stark abgekühlte Erbsen, in eiskaltes Wasser geworfen, am Boden dasselbe zum Gefrieren bringen, ist, so gefällig er sich uns anbietet, eigentlich doch nicht beweisend, weil dabei ganz verschiedene Bedingungen vorwalten. Die Erbsen waren auſserhalb des Wassers stark abgekühlt, während die Eisnadel im flüssigen Wasser schwimmen muſs; die Erbsen sind schwer, rund, fallen schnell zu Boden und bleiben, vermöge ihrer Schwere, am Boden liegen, während die Eisnadel, dünn und flach, sich nur sehr langsam durch eine hohe Wasserschicht begeben, und beim geringsten Anstoſs das Bestreben, wieder aufwärts zu steigen, eintreten würde.

Man kann wohl einsehen, wie untergetauchte, sehr kalte Eisschollen ihr Volum vergröſsern, auch wohl zwei an einander frieren können, aber nicht wie sie an den Boden anfrieren sollen, an den sie nichts festhält und andrückt.

Es gehört ein anhaltender Frost dazu, ehe Grundeisbildung eintritt, weil nämlich die nachströmende Erdwärme den Boden noch lange zu warm hält. Hervorragende Körper, welche also mit der Erde in geringerer Berührung stehen, kühlen sich am ersten ab, und geben

dem Grundeis die ersten Haltpunkte. Sobald das Wasser des Flusses nur ein Minimum über dem Gefrierpunkt ist, quillt die Erdwärme nach, und schmelzt das Grundeis am Boden ab.

Die Arago'sche Erklärung möchte sich nach diesem also immer noch leichter an die Erscheinung anschliefsen lassen.

VII. *Ueber Blitze ohne Donner;* *von Dr. Reichenbach.*

Ueber die Frage, ob es Blitze ohne Donner gebe, schwebte man bekanntlich bis auf die neueren Zeiten in Ungewifsheit, indem man darüber keine ganz bestimmte Beobachtung besáfs. Diefs bewog mich, eine sehr deutliche und zweifelfreie Wahrnehmung dieser Art, die ich hier zu machen Gelegenheit hatte, vor etwa 7 Jahren in Baumgartner's Zeitschrift für Physik, Bd. X S. 74, niederzulegen. Ich hatte eine Reihe von Blitzen unmittelbar über mir gesehen, die das ganze Thal, in dem ich mich befand, erleuchteten, aber nicht den geringsten Laut vernommen. Besonderen wissenschaftlichen Werth glaubte ich übrigens auf die Erscheinung nicht legen zu dürfen, da ich die Ursache hievon nur darin suchte, dafs die Blitze in einer ungewöhnlichen Höhe über der Erde dahinfuhren, in welcher einerseits die Luft zu verdünnt seyn mochte, um starken Knall zu gestatten, andererseits die Entfernung zu bedeutend war, um einen schwachen Laut bis zu meinem Ohre herab gelangen zu lassen. Hiebei hatte ich jedoch nicht die Substanz des Blitzes unmittelbar erblickt, sondern da er mir durch tiefere zerstreute Haufwolken verdeckt war, nur die jedesmalige heftige Erleuchtung derselben beobachtet, die übrigens so wenig Zweifel über das Daseyn wirklicher

Blitze über mir hinter den Wolken übrig liefs, als die Gegenwart der Sonne an einem wolkigen Mittage. Dessen ungeachtet gab es bedenkliche Physiker (**Kastner's** Archiv für Naturkunde, 1831, Bd. XXII S. 378), die die Richtigkeit meiner Angabe bezweifeln zu sollen glaubten. Ich habe auf ihre Einwürfe bisher still geschwiegen; die beste Erwiederung wird nun vielleicht die seyn, eine gleiche Beobachtung hier mitzutheilen. — Gegen Ende Juni verflossenen Jahres standen der Altgraf zu **Salm** seine Gemahlin und ich auf der Terrasse ihres Schlosses, auf einer Anhöhe eine Stunde von hier.

Die Luft war schwül, Haufwolken standen am Himmel und die ländliche Gegend war vollkommen still. Unerwartet und plötzlich brach ein starker Blitz über uns los und durchfuhr von Süd nach Nord etwa 70 Grade am Himmelsbogen. Wir nahmen diefsmal nicht blos erleuchtete Wolken gewahr, sondern sahen klar in den Zickzack des wirklichen Blitzes hinein, gegen welchen wir zufällig mit dem Gesichte gekehrt standen. Die Ueberraschung und die Wirkung derselben war so stark, dafs sie das Gespräch unterbrach, und wir, in Erwartung eines heftigen Donnerschlages, Pause machten. Aber — es erfolgte nichts. Lautlos verstrich die Zeit, und das Schweigen machte einer gegenseitigen Verwunderung Platz, wo denn der Donner geblieben seyn möge? Der Graf meinte eine schwache, aber unsichere Spur eines Getönes wahrgenommen zu haben; die Gräfin aber und ich, bei gespannter Aufmerksamkeit, hörten nichts. Wir gingen durch den Park, und hatten nicht Gelegenheit zu Wiederholungen der Beobachtung, wie ich sie früher in Blansko gefunden. Ich habe nun neue Zeugen genannt, und wünsche, dafs bald andere Beobachter meine wiederholte Wahrnehmung bestätigen mögen, dafs es in der That über *unseren Scheiteln dahinschlagende Blitze ohne hörbaren Donner* gebe.

Blansko, 31. März 1838.

VIII. *Untersuchung über die auf den Felsen Skandinaviens in bestimmter Richtung vorhandenen Furchen und deren wahrscheinliche Entstehung;*

vom Professor N. G. Sefström in Fahlun.

(Freier Auszug aus der in den *Kongl. Vetensk. Acad. Handling. f.* 1836 vorhandenen und vom Hrn. Verfasser mitgetheilten Abhandl.) [1]).

Mehre schwedische Gebirgsforscher, besonders Tilas, Bergman, Cronstedt und v. Swab, haben, als eine hie und da vorkommende Erscheinung, die Anwesenheit von Furchen auf Felsen beobachtet, ohne indefs weiter auf dieselben zu achten. Der Zufall lenkte auch meine Aufmerksamkeit auf diese Furchen, und dabei fand ich, dafs dieselben auf unseren Bergen ganz gemein sind, überall beobachtet werden, wo der Fels entweder blofs liegt oder wohl gereinigt worden ist.

Als ich vor einiger Zeit, in der Nähe der Fahlun-Grube beschäftigt war, die Zöglinge der Bergschule im Nivelliren und Markscheiden zu unterrichten, bot sich mir zur Beobachtung dieser Furchen eine ganz vorzügliche Gelegenheit dar, indem die Felsen meistens nackt, und wegen des Rauches, der aus den die Fahlun-Grube umgebenden Rostöfen aufsteigt, von aller Moosvegetation entblöfst sind. Es zeigte sich hier, dafs alle Furchen eine ganz bestimmte Richtung haben, welche, mit geringen Abweichungen, von Norden nach Süden geht. Diefs erinnerte mich an die hier gemachte Erfahrung, dafs der zu *Elfdalen*, nördlich von *Fahlun*, anstehend vorkommende Porphyr, bei *Fahlun* selbst, in mehr oder weniger abgerundeten Stücken angetroffen wird; ferner an die unter unseren Bergleuten ganz allgemeinen Sage, dafs überhaupt zu losen Steinen, die deutlich einst Theile

1) Es ist dieselbe, von der bereits Bd. XXXVIII S. 614 eine vorläufige Notiz gegeben wurde. *P.*

von anstehendem Fels gewesen sind, dieser anstehende Fels nördlich von der Lagerstätte der Steine gesucht werden müsse; endlich an die Angabe, dafs in *Pommern* und der *Mark Brandenburg* Granit- und Kalksteingeschiebe gefunden werden, die, ihren Merkmalen zufolge, von den Granitgebirgen *Skandinaviens* und den Kalksteinlagern *Westgothlands* abstammen, von dort einst losgerissen und fortgeführt worden sind, bis auf diejenigen Theile, die von darauﬂiegenden Basaltmassen festgehalten wurden. Beim Vergleiche dieser Erscheinungen mit der Richtung der Furchen schien sich mir der Schlufs zu ergeben, dafs sie alle in Zusammenhang stehen möchten mit einem allgemeinen geologischen Ereignifs, von welchem diese Furchen die übriggebliebenen Wahrzeichen seyen. Von solcher Ansicht ausgehend, beschlofs ich zu erforschen, wie weit diese Furchen auf unseren Bergen vorkommen, ob die Richtung derselben überall die nämliche sey, und, wenn nicht, welche Abweichungen dabei stattfinden, und unter welchen Umständen.

Ich werde zunächst meine in der Gegend von *Fahlun* angestellten Untersuchungen beschreiben, und dabei den Gang angeben, welchen einzuschlagen die Umstände veranlafsten. Es ist jedoch unmöglich, die Darstellung hinreichend verständlich zu machen und etwas in das Detail einzugehen, ohne zuvor einige Worte zu sagen über die Vermuthung in Betreff der Ursache der Erscheinung; sie diente den Untersuchungen zum Leitfaden, und wird den Leser in den Stand setzen, das Detail aufzufassen, welches ohne diesen Leitfaden von geringer Bedeutung erscheinen könnte.

Die von mir beobachteten Thatsachen führen nämlich zu der Vermuthung, dafs einst eine Masse von gröfseren und kleineren Steinen, von Sand und Grand durch Wasser aufgerührt, und über die noch nackte Oberfläche der Gebirge fortgeschwemmt worden ist, dafs dabei

die kleineren Steine durch Abreiben an einander jenes Gerölle bildeten, welches in den lang gestreckten Hügeln, die wir *Åsar* nennen, zusammengehäuft liegt, während die schwereren, weniger zum Umwälzen geneigten, unter dem ungeheuren Druck der darauf lastenden Steinmassen auf und an den Bergen fortrutschten und diese furchten, gleichwie ein Sandkorn, das durch den Druck eines Fingers auf einer polirten Marmorfläche fortgeschoben wird, in dieser eine Schramme hinterläfst.

Um diefs muthmafsliche geologische Ereignifs zu bezeichnen, will ich es *Geröllfluth* (*Rullstenflod*) nennen, von *Geröll* (*Rullsten*), womit wir die gerollten Steine bezeichnen, zum Unterschied von *Geschiebe* (*Jordsten, Bloc erratiques*), worunter wir die grofsen, unmittelbar auf der äufsersten Oberfläche der Erde los umher liegenden, wenig oder gar nicht gerollten Blöcke verstehen, von denen man allgemein annimmt, dafs sie durch einen ganz anderen Vorgang zu ihrer jetzigen Lagerstätte geführt worden seyen.

Will man für die Geröllfluth einen aus dem Griechischen abgeleiteten, für alle Sprachen geeigneten Namen haben, so könnte man sie *petridelaunische Fluth* nennen, von *πετρίδιον*, Steinchen, und *ἐλάυνω*, ich wälze fort.

Ueber die Richtung der Geröllfurchen.

Bei den Untersuchungen, die ich Gelegenheit gehabt, an mehren Orten in Schweden anzustellen, hat es sich gezeigt, dafs alle Berge und Felskuppen an ihrer nördlichen Seite abgerundet sind, keine Kanten und Ecken besitzen, während an der südlichen Seite scharfe Kanten und Ecken vorhanden sind, als Zeugen, dafs nach dem geologischen Ereignifs, welches die Berge zersprengte und emporhob, die Bruchfläche wenig verändert worden ist. Zwischen diesen entgegengesetzt gestalteten Enden gehen die Furchen gerade über den Berg, wie wenn der nördliche Abhang desselben der Fluth einen Widerstand ge-

leistet, und in Folge deſs eine Abschleifung erlitten hätte. Dagegen hat auf dem Südabhange die Masse ihren Weg fortgesetzt, ohne die geneigte Fläche abzunutzen und auszufurchen, da dieselbe durch die herabrauschende Fluth vor der Wurfkraft geschützt blieb.

Um einen Begriff von meiner ersten Untersuchung zu geben, habe ich einen dicht bei und westlich von der Fahlun-Grube anstehenden Fels im Durchschnitt und Grundriſs abgebildet (Taf. IV Fig. 3 und 4), und die Richtung der Furchen darauf verzeichnet. Die untere Linie des Durchschnitts (Fig. 3) liegt mit dem Boden im Niveau. Die Höhe des Felsens ersieht man aus den horizontalen Linien, deren Abstände von einander einen halben schwedischen Fuſs betragen. Das Ende *K* ist nach Norden gewandt, das Ende *I* nach Süden, woraus man, zur Bestätigung des Zuvorgesagten, ersieht, daſs an der Nordseite die Kanten abgestoſsen, an der Südseite dagegen stehen geblieben sind.

Fig. 4 stellt den Felsen im Grundriſs dar. Der nahe am Gipfel liegende, mit ♁ bezeichnete Punkt ist ein Signalpunkt, errichtet zum Behuf der Grubenkarten. Die um diesen Punkt gezogenen ovalen Linien bezeichnen die Stellen, wo die Oberfläche des Felsens respective 0,5, 1, 1,5, 2 u. s. w. Fuſs unter ♁ liegt; sie entsprechen den eben so bezeichneten Linien auf dem Durchschnitt, und geben einen bestimmten Begriff von der Gestalt des Felsens. Aus dieser Figur ersieht man, noch deutlicher als aus der vorigen, daſs auf der nördlichen, oder richtiger, nordwestlichen Seite alle Ecken abgenutzt, dagegen die scharfen Kanten auf der südöstlichen Seite stehen geblieben sind. An dieser Seite findet man auch keine Furchen, mit Ausnahme der Stellen *L*, *M*, die nur 2 bis 2,5 Fuſs unter ♁ liegen.

Die Richtung der Furchen ist auf Fig. 4 durch Pfeile angegeben, und überdieſs durch die beigefügten Grade des Kompasses, wie sie unmittelbar abgelesen wurden,

als die Nulllinie des Instruments (die 0° oder 360° mit 180° verbindende Linie) den Furchen parallel gelegt war [1]). Man sieht hieraus, dafs schon auf einem so kleinen Felsen wie dieser, der nämlich nur 30 Fufs lang ist, die Furchen in ihrer Neigung bedeutend von einander abweichen.

Die von *K* nach *I* über den höchsten Rücken des Felsens gehenden Furchen folgen alle einer gleichen Richtung, wie wenn sie mit einem Lineale gezogen wären; man kann sie als die *normalen* betrachten. Stellt man sich dagegen vor die Nordseite des Felsens, d. h. dorthin, von wo der Geröllstrom gekommen ist, mit dem Gesicht nach Süden gewandt, so findet man, dafs die Furchen auf der Westseite nach der Rechten, auf der Ostseite nach der Linken abweichen. Dafs diese Abweichung nicht zufällig sey, ersieht man leicht, denn wenn der ansteigende Fels dem darauf stofsenden Strom einen unverrückbaren Widerstand leistete, so mufste dieser nothwendig an beiden Seiten ausweichen. Es wäre in Wahrheit unbegreiflich, wenn die Furchen nicht so abwichen, wie sie es wirklich thun. Alles dieses ist folglich ganz natürlich, und liefert einen abermaligen Beweis, dafs der Geröllstrom von Norden nach Süden ging, unmöglich in der Quere darauf gehen konnte.

Diese Abweichungen zu beiden Seiten gelten jedoch hauptsächlich von den Furchen, die sich auf dem nördlichen Abhange des Felsens befinden. Neben dem Punkte ♉ nähern sich dagegen die Seitenfurchen der normalen Richtung. Auch dieses erweist sich als eine natürliche Folge der Richtung des Geröllstromes von Norden nach Süden.

Dagegen haben die Furchen bei *a* und *b*, und auf den südlich vom Hauptrücken liegenden Abhängen *L* und

1) Die Grade des angewandten Kompasses zählen von 0° bis 360° von N. durch O., S. und W., eine Einrichtung, die am besten Irrungen verhütet.

M eine Richtung, welche weniger erklärbar scheint. Auf den Abhängen *L* und *M* scheint es, die Bewegung sey von gleicher Beschaffenheit gewesen mit der von Wasser in einer Fluth, welche hinter einem Vorgebirge einen Wirbel oder Strudel macht. Dergleichen sieht man auch an verschiedenen Orten, z. B. bei der *Skyttgrufva;* allein an der hier besprochenen Stelle kann diese Erklärung nicht befriedigen, nicht für die Punkte *a* und *b* gelten. Um dieses näher zu erforschen, liefs ich die Westseite des Felsens, die gröfstentheils mit Grand bedeckt ist, von diesem säubern. Nun trat die Erscheinung deutlicher hervor, und es ergab sich die Abweichung als Folge eines Rückpralls der Strömung von den westlicher liegenden Anhöhen. Denn als ich auf dem Felde an dieser Seite, von Norden her, eine horizontale Linie im Niveau mit dem Punkte ♁ absteckte, ging diese Linie nicht nach Süden, sondern nach Südost, ungefähr in Richtung der Linie *FG*. Es ist also glaublich, dafs die Lage dieser Anhöhe zu jener Erscheinung Anlafs gab; doch könnte auch noch ein anderer Umstand dazu mitgewirkt haben. Alle Erscheinungen deuten nämlich darauf hin, wie später noch näher gezeigt werden soll, dafs der erwähnte Geröllstrom eine bedeutende Schnelligkeit besafs. Und wenn dem so war, mufste hinter einem Felsen, wie dieser, eine Art von Aufsaugen entstehen, ähnlich wie es Venturi und Andere in der Hydraulik beobachtet haben, und daraus mufste ein solches Resultat hervorgehen, wie jetzt am Südende des Felsens sich zeigt.

Auch sieht man hier, dafs die Furchen z. B. an der Ostseite, welche ganz steil ist, in der zuvor bemerkten Weise fortgehen, nicht gerade hinauf und herab, sondern fast horizontal in ihrer einmaligen Richtung.

Solche Felsen, wie dieser, trifft man an vielen Orten; bei *Askersund*, $\frac{1}{8}$ Meile südlicher, links vom Wege nach *Stjernsund*, findet sich einer, der besonders lehr-

reich ist, weil an dessen südlicher Seite ein großes Stück, welches zwischen zwei horizontalen Ablösungen sitzt, etwas aus seiner ursprünglichen Lage verschoben worden ist. Die Kraft war aber nicht mächtig genug, um es ganz abzutrennen und weiter fortzuführen. Es sitzt auf dem Sprung (*sitter tils vägs*), wie die Bergleute sagen, hat sich aber festgekeilt, so daſs es nur durch Aeuſserung einer gröſseren Kraft losgerissen werden könnte.

[Das so eben über die Richtung der Furchen Gesagte gilt nicht bloſs für vereinzelnt stehende Felskuppen, sondern zeigt sich auch im gröſseren Maaſsstabe für ganze Berge bewährt. Der Hr. Verfasser belegt dieſs ausführlicher mit einem Beispiel aus der Nachbarschaft seines Wohnorts Fahlun, über welche er eine, zum Theil auf sehr sorgfältige Nivellirungen gegründete Specialkarte mittheilt. Es sind namentlich drei Anhöhen im Süden der Stadt, der *Grufrisberg*, der *Pilboberg* und der *Galgberg*, auf welche er zu dem Ende hinweist. Auf allen Seiten dieser Anhöhen finden sich Felskuppen mit deutlichen Furchen, ausgenommen die Südseite, wo man bloſs auf dem Gipfel einige nackte Felsen antrifft, weil daselbst die Anhöhen mit einer Masse von Sand, Grand und Geröll bedeckt sind, welche sich zu einem langen Ås ausdehnt. An den meisten Stellen sind die Furchen so deutlich, daſs sie auf einer Strecke von 10 bis 20 Fuſs eine vollkommen gerade Linie darbieten, und ihrer Richtung nach bis auf einen halben Grad mit Sicherheit gemessen werden können. Die Furchen auf der östlichen Seite der Anhöhen weichen, von Norden her betrachtet, nach der Linken ab, die auf der westlichen Seite nach der Rechten; während die über die Spitzen der drei Berge gehenden Furchen sämmtlich einerlei Richtung haben, nämlich von NNO. nach SSW., oder genauer nach dieser Seite hin einen Winkel von 9½ bis 10½ Grad mit dem Meridiane bilden.

Die über die Spitze von Anhöhen und einzelnen

Felskuppen fortlaufenden Furchen, welche also die Richtung der angenommenen Fluth bezeichnen, nennt der Verfasser *Normalfurchen*, die zur Rechten und Linken, aus der Richtung der Fluth mehr oder weniger abgelenkten, dagegen *Seitenfurchen* Er bemerkt indefs dabei, dafs man bei Bestimmung der Richtung der Fluth mit Vorsicht zu Werke gehen müsse, indem ein und dieselben Furchen, welche in Bezug auf die Anhöhen, worauf sie sich befinden, *normale* sind, *Seitenfurchen* in Bezug auf benachbarte Berge seyn können, sobald diese höher sind als jene Anhöhen, und folglich ihre ablenkende Wirkung noch auf letztere ausdehnen konnten. Selbst auf einer ganz ebenen Fläche, wo die Furchen meistentheils vollkommen parallel neben einander fortlaufen, macht sich nicht selten der störende Einflufs benachbarter Anhöhen bemerklich. Diefs ist z. B. in Westgothland der Fall, wenn man sich dem *Hunneberg* und *Kinnekulla* nähert.

Ueberhaupt hebt der Verfasser hervor, dafs die Richtungsbestimmung der Normalfurchen, besonders auf bewaldeten Anhöhen, oft ihre grofsen Schwierigkeiten habe, und zuweilen nichts anderes übrig bleibe, als aus vielen, an einem Berge, ihrer Richtung nach, mit dem Kompafs gemessenen und auf eine Karte eingetragenen Furchen, die mittlere Richtung derselben herzuleiten. Den Abhang des Berges, an welchen die Furchen sich befinden, nennt er die *Stofsseite*, die gegenüberliegende, die *Leeseite*.

Ein anderer, bei diesen Bestimmungen beachtenswerther Umstand ist die Textur des Berges, die oft nicht ohne Einflufs auf die Richtung der Furchen bleibt. Wenn nämlich das Streichen des Gesteins gleiche Richtung hat mit den Furchen, das Gestein gestreift ist, aus abwechselnd harten und weichen Schichten besteht, so glaubt der Verfasser bemerkt zu haben, dafs die Furchen dem Streichen der Gebirgsart folge; wenigstens hat er diefs

mit Sicherheit im Kleinen beobachtet. Auch auf die Seitenfurchen ist das Gefüge des Gesteins von Einfluss; wenn dieses grobkörnig ist, und daher auf der Oberfläche nicht abgeschliffen wurde, so hat der Geröllstrom einen gröfseren Widerstand, und dem zufolge die Richtung der Furchen eine gröfsere Ablenkung erlitten.

Noch ein anderer Umstand, auf den man zu achten hat, ist: dafs, wenn man hartes, eine starke Politur annehmendes Gestein antrifft, man es in der richtigen Beleuchtung betrachte, damit die Abwechslungen von Licht und Schatten in die Augen fallen. Es ist oft zwecklos eine Beobachtung in der Dämmerung zu machen; denn ehe man die Grade des Kompasses unterscheiden kann, haben die feinen Furchen aufgehört sichtbar zu seyn. Ueberhaupt mufs man darauf sehen, ob feine und grobe Furchen zusammen vorkommen, ob sie unter sich parallel sind oder von einander abweichen. Im letzteren Fall mufs die Richtung der zarteren Furchen bestimmt werden, weil diese, ohne Abweichungen, der Richtung der Fluth gefolgt sind; die gröberen Furchen dagegen sind die Spuren gröfserer Rollsteine, welche mit dieser oder jener Ecke mit mehr als gewöhnlicher Heftigkeit auf der Oberfläche der Felsen fortgeschoben worden sind; eine solche Ecke kann sehr selten gerade unter dem Schwerpunkt des Rollsteins gelegen haben, und so sieht man häufig, besonders auf grobkörnigen Felsarten, dafs die gröberen Furchen in krummen Linien über die feineren hinweggehen, bald nach der Rechten, bald nach der Linken. Auf härterem Gestein, z. B. auf Porphyr und Trapp, sind sie weniger gekrümmt. Aus diesem Grunde sind die Furchen auf dem, den Gipfel des *Billingen* bedeckenden, harten, vulkanischen Gestein von bewundernswürdiger Regelmäfsigkeit.

Fast alle Berge im südlichen Schweden sind von so hartem Gestein, dafs sie regelmäfsige Furchen annehmen. Diefs ist der Fall bei *Fahlun*, so wie nördlich

vom *Siljan-See;* bei *Stjernsund;* fast überall in *Roslagen;* südlich von *Sala; bei Arboga;* zwischen *Linköping* und *Åtved;* bei *Ronneby*, *Wimmerby* und *Eksjö;* auf dem *Tiveden;* zwischen *Mariestad* und dem *Kinnekulle;* auf dem *Billingen*, und zwischen *Lidköping* und *Wenersborg*. Am sichersten finden sich gute Furchen auf Felsen, die vor der Einwirkung der Luft geschützt waren, z. B. in Gruben, aus denen Grand zum Wegbau genommen wird, auf Ackerfeldern und an Seeufern, und besonders am Meeresstrande, auf Klippen, die durch Landerhebung nicht lange vorher erst aus dem Wasser hervorgetreten sind.

Zuweilen trifft man aber auch grofse Landstriche, z. B. das nordwestliche *Ostgothland* und die Gegend südlich von der Landstrafse nach *Westervik*, wo die Berge aus solchem Gestein bestehen, dafs sie keine Furchen angenommen haben, oder diese im Laufe der Zeit durch Verwitterung zerstört worden sind. Ein Beispiel dieser Art zeigt sich bei *Kårarfvet*, wo der Gneis durch Verwitterung fortgeführt ist, und 3 bis sechs Linien über seine Oberfläche hervorragend, Quarzknollen zurückgeblieben sind, die schöne Furchen besitzen.

Selbst wo keine Furchen deutlich sichtbar waren, konnte der Verfasser nach langer Uebung noch die Richtung derselben mit einer Sicherheit von 3° bis 10° festsetzen, indem er an Felskuppen genau beobachtete: 1) die Stofsseite, 2) die Leeseite, 3) die Vertiefungen auf der Oberfläche, aus denen Scherben fortgestofsen wurden; hiebei war es öfters möglich zu unterscheiden, in welcher Richtung diese Fortstofsung geschah.

Der Hr. Verfasser theilt nun das Detail seiner Beobachtungen mit, nämlich die an verschiedenen Orten unmittelbar am Kompafs abgelesene Richtung der Furchen, die Fehlweisung des Kompasses, und endlich die wahre Richtung der Furchen gegen den Meridian. Das Ganze, welches im Original 41 Seiten einnimmt, umfafst eine Zahl von

gegen viertehalbhundert Beobachtungen, die sich vom 61sten Breitengrad herab über das ganze südliche Schweden erstrecken, von Christiania an bis zur Küste der Ostsee [1]). Um einen Ueberblick von diesen Beobachtungen zu geben, hat er die hauptsächlichsten derselben auf eine Karte eingetragen, die hier im Wesentlichen auf Tafel V wiedergegeben ist [2]).

Betrachtet man diese Karte, sagt der Verfasser, so sieht man, dafs die Furchen schon in einem Abstand von 6 bis 10 Meilen eine ganz bedeutende Verschiedenheit in ihrer Richtung zeigen. Am meisten erregte es zunächst meine Aufmerksamkeit, dafs in dieser Beziehung *Fahlun* und *Gefle* so sehr von einander abweichen. In Fahlun

1) Mit Einschlufs eines Nachtrags von späteren Beobachtungen, theils vom Verfasser selbst, theils von Hrn. Wegelin, Hrn. Fittinghoff und den Russischen Bergbeamten Hiriakoff und Rachette, steigt die Gesammtsumme auf mehr als 400 Beobachtungen. Die letzteren wurden auf einer Reise von *Stockholm* über Åbo nach St. Petersburg angestellt, und es findet sich Folgendes bei ihnen bemerkt: Aus der Hauptrichtung der Furchen im mittleren und südlichen *Schweden* zu schliefsen, sollte man glauben, dafs sie auch in *Finnland* eine westliche Richtung hätten. Dem ist aber nicht so, vielmehr weichen die Furchen nach Osten ab, parallel den Wasserzügen dieses Landes, welche alle, sowohl die in den *Finnischen* als in den *Bothnischen* Meerbusen fallenden, wie schon mehre Schriftsteller bemerkt haben, einen bewundernswürdigen Parallelismus unter einander und mit den Wasserzügen des nördlichen Schwedens besitzen. Was zu dieser Richtung Anlafs gegeben, läfst sich nicht entscheiden, als bis wir genauere Kenntnifs über die Richtung der Bergrücken im nördlichen Schweden und Finnland besitzen.

2) In diese Kopie sind nur diejenigen Orte, Berge, Seen, Flüsse aufgenommen, die bei gegenwärtiger Abhandlung (so wie bei den beiden Notizen im Bande XXXXII Seite 472 und 476) in Betracht kommen. Dagegen enthält sie alle Angaben des Originals über die Richtung der Furchen, durch Pfeile angedeutet, deren Lage sorgfältig eingetragen wurde, so dafs die Beisetzung von Zahlen, wodurch das Original noch die Abweichung bezeichnet, unnöthig zu seyn schien. Die aufserdem an verschiedenen Punkten eingeschriebenen Zahlen bezeichnen die Höhen des Landes daselbst in schwed. Fufsen.

gehen die Furchen 26½° östlich, in Gefle dagegen über 30° westlich; anfangs glaubte er, es läge hiebei ein Irrthum zum Grunde, als er sich aber durch spätere Reisen von der Richtigkeit der Beobachtungen überzeugte, faſste er die Ansicht, daſs die Furchen zu *Gefle* und *Oeregrund* Seitenfurchen von dem *Finngrund*, einem unter dem Meere liegenden Felsen, seyen, auch die Felsen an der Küste in bedeutendem Grade zu dieser Abweichung beigetragen haben. Eine andere nicht minder auffallende Abweichung in der Richtung zeigt sich zwischen den Furchen bei *Westerwik*, an der Ostsee, und denen bei *Uddevalla*, am Skagerak. Um diese Abweichung zu erklären, macht der Verfasser darauf aufmerksam, daſs das südliche Schweden, vom 58sten Breitengrad an, im Allgemeinen bedeutend höher ist als die unmittelbar daran stoſsende nördliche Zone, welche die beiden groſsen Seen, den *Wettern* und *Wenern*, enthält [1]), daſs überdieſs jene Landstrecke aus weit härterem Gestein bestehe als die in *Ostgothland* und an der Nordseite des *Göthakanals* vorkommen, wo allem Ansehen nach eine bedeutende Landhöhe, die aus grobkörnigem losen Granit bestand, durch die Geröllfluth fortgerissen worden sey. Es ist also sehr wahrscheinlich, fährt er fort, obwohl es erst durch genauere Beobachtungen vollends entschieden werden kann, daſs die südlich von *Jönköping* befindliche Landhöhe Veranlassung gegeben habe zu der bedeutenden Abweichung, die sich in der Richtung der Furchen zu *Westerwik* und *Uddevalla* zeigt, kurz, daſs diese Furchen Seitenfurchen von der genannten Landhöhe seyen.

Anderweitige Abweichungen in der Richtung der Furchen glaubt der Verfasser einstweilen mit Stillschweigen übergehen zu müssen, bis man durch fernere Beobachtungen in den Stand gesetzt sey, genauere Betrachtun-

1) Um dieses noch deutlicher zu machen, theilt der Verfasser drei von Hrn. Hisinger entworfene Querprofile von Schweden mit.

tungen über die Richtung der Geröllfluth anstellen zu können.

Nachdem der Verfasser auf diese Weise seine Beobachtungen auseinandergesetzt hat, schreitet er zu einigen Vermuthungen über die Ursache des Phänomens und die dabei stattgefundenen Umstände. Wir geben sie im Nachstehenden gröfstentheils mit den eigenen Worten des Verfassers wieder.]

Ueber die Zeit, in welcher die Geröllfluth stattfand.

Betrachtet man die Furchen auf einem harten Gestein, welches von der Luft nicht angegriffen wird, so sollte man glauben, sie wären erst wenige Jahre alt, und nicht die Denkmäler einer Begebenheit, älter als alle menschliche Zeitrechnung. Auch würde man, wenn man mit einigen Geologen annimmt, dafs die Bildung der Thäler durch Einwirkung der Atmosphäre auf die Berge geschah, an vielen Orten meinen, diesen Furchen nicht ein Alter von vielen Jahrhunderten beilegen zu müssen. Indessen ist diese Ansicht offenbar unrichtig, da ihr zwei wohl erwiesene Thatsachen widersprechen.

Für's Erste ist aus den Untersuchungen, welche in *Aegypten* während des Napoleonischen Feldzugs gemacht wurden, bekannt, dafs dicht bei einem Steinbruch, in welchen Materialien zum Bau der Pyramiden gebrochen wurden, ein Felsblock liegt, der zum Transport zu grofs gewesen zu seyn scheint, und deshalb in einem roh behauenen Zustand liegen geblieben ist. Nun sind, wiewohl seitdem fast 3000 Jahre verflossen sind, die Hiebfurchen auf dem Stein noch so frisch, wie wenn sie erst vor wenigen Jahren gemacht worden wären [1]).

Zweitens giebt es bei dem grofsen Fall der *Dalelf*, unweit *Avestad*, und auch bei dem sogenannten kleinen Fall, verschiedene Felsen mit ausgezeichnet schönen Fur-

1) Die Pyramiden selbst sollen mit Kalkplatten belegt seyn, die von der Luft angegriffen werden.

chen, die gegen die dortige Richtung des Flusses einen Winkel von 75 bis 86 Graden machen. Desungeachtet fliefst die Dalelf über diese Furchen, vielleicht schon länger als die ägyptischen Pyramiden stehen; sie führt beständig eine Masse Steine, Sand und Grand darüber hinweg, was natürlich eine Abnutzung hat zu Wege bringen müssen, aber dennoch ist diese während Jahrtausenden nicht so grofs gewesen, dafs die Deutlichkeit der Geröllfurchen dadurch an einigen Stellen gelitten hätte.

Aus dieser Deutlichkeit und Unversehrtheit scheint man also zu der Annahme berechtigt zu seyn, dafs die Furchen nicht einer neueren Zeit angehören, sondern ein sehr hohes Alter haben.

Indefs sind sie jünger als die Formationen des *Uebergangs-Sandstein* und *Kalkstein* in *Ost-* und *Westgothland* und *Dalarne*, jünger als der *Trapp* in *Westgothland*, der *Porphyr* in *Dalarne*, und die *Keuperbildungen* in der Gegend am *Omberg*, weil alle diese Formationen theils Spuren von Furchen tragen, theils als Bruchstücke unter dem Gerölle gefunden werden. Ob der *Grünsandstein* und die *Kreide* in *Schonen* jünger seyen als die Furchen, ist mir nicht bekannt.

Sind unsere Berge, nach der Bildung der petridelaunischen Furchen, aus ihrer Lage verrückt, gehoben oder gesenkt worden?

Diese Frage beschäftigte mich vom ersten Beginn meiner Untersuchung; allein ich habe keine genügende Antwort darauf gefunden. Betrachtet man die Berge in der Nachbarschaft von *Fahlun*, auch die ost- und südwärts davon, bis zu 1500 Fufs aufsteigenden, so hat man keinen Grund zu der Vermuthung, dafs sie, nachdem die Geröllfluth über sie hinwegging, aus ihrer Lage verrückt wurden; denn so weit ich bisher beobachten konnte, stimmt damit die Richtung der Seitenfurchen allenthal-

ben überein. Indefs bedarf diefs noch einer näheren Untersuchung auf Bergen, welche auf allen Seiten gefurchte Abhänge haben und einigermafsen isolirt liegen. Mittlerweile kann man annehmen, dafs, wenn eine Verrückung stattfand, es ganze Landschaften waren, die in einem zusammenhängenden Stück gehoben wurden; denn gröfsere oder kleine Risse und Verwerfungen finden sich nicht. Aeltere Sprünge, mit Trapp ausgefüllt, kommen allerdings vor, aber dieser Trapp ist gefurcht.

Südlich von *Bröms*, an der Gränze zwischen *Calmar-Län* und *Blekingen*, sah ich eine Erscheinung, die hievon eine Ausnahme zu machen scheint. Der Weg geht daselbst, auf einer grofsen Strecke, über flache Granitfelsen hinweg, worauf sich keine Furchen zu befinden scheinen, da der Granit zu grobkörnig ist, um solche annehmen zu können; indefs kann man doch durch Beobachtung der Stofs- und Leeseiten einigermafsen die Richtung der Furchen bestimmen; und sicher ist wenigstens, dafs die Oberfläche durch die Geröllfluth abgenutzt wurde. Nun bilden aber die Felsen kein fortlaufendes Continuum, sondern sie sind unterbrochen, und die Stücke, die während der Abnutzung zusammensafsen, liegen jetzt mit ihren Kanten abwechselnd höher und niedriger, ungefähr wie Eis liegen würde, wenn dasselbe bei hohem Wasserstande gebildet worden, das Wasser darauf gefallen und das Eis auf unebenen Boden abgelagert worden wäre. Hieraus sollte man schliefsen, dafs die Verwerfung Folge einer unterirdischen Ursache gewesen sey.

Indefs findet man weiter westlich, bei *Lösens-Kirche*, ein Paar hundert Schritt vom Wege einige Blöcke von ganz besonderem Aussehen. Betrachtet man sie näher, so erkennt man, dafs sie alle Stücke eines gröfseren Felsens sind, welcher auf seiner oberen Fläche gefurcht war, und durch eine horizontale, etwas nach Norden neigende Ablösung von dem darunter liegenden Berg abgetrennt ist. Auch entdeckt man bald, dafs derselbe

35 *

Fels durch einen Stofs aus Norden verschoben und eine Strecke nach Süden fortgeführt, dabei auch theils durch den Stofs, theils durch seine eigene Last auf der unebenen Unterlage zerstückelt worden ist. Aehnliches scheint sich mit den zuvor erwähnten Felsen ereignet zu haben, und deren Verschiebung rührt also nicht her von einer aus der Erde gekommenen Kraft, sondern von einer äufseren. Die Annahme, dafs unsere Berge, einzeln genommen, nach der Geröllfluth im Zustande der Ruhe blieben, würde also durch die Beobachtungen bei *Bröms* nicht umgestofsen werden.

Was dagegen die Verrückung im Grofsen betrifft, so ist sie noch zweifelhafter. Hr. H. Wegelin, welcher verschiedene Untersuchungen über das petridelaunische Phänomen angestellt, hat dieselben auch bis zu den *Fjällen* an den Gränzen zwischen *Norwegen*, *Herjeådalen* und *Dalarne* ausgedehnt. Derselbe hat mir mitgetheilt, dafs die Rücken der Fjällen daselbst nicht aus festem zusammenhängenden Gestein bestehen, sondern aus gröfseren und kleineren Felsstücken, die scharfe Kanten haben, und also niemals können gerollt, sondern an Ort und Stelle müssen zerstückelt und zermalmt worden seyn. Wenn man an einem Ende derselben Furchen anträfe, so müfste die Zertrümmerung natürlich nach der Geröllfluth geschehen seyn; aber diefs zu beobachten, ist bisher noch nicht geglückt.

Indefs ist auch ungewifs, ob die Zertrümmerung sich vor jener Fluth zutrug, weil möglicherweise die Fluth nicht bis zur Höhe der *Fjäll Rücken* hinaufgereicht haben könnte. Eine von Hrn. Wegelin auf höheren Bergen in unseren Gegenden beobachtete Erscheinung, nämlich das Vorkommen grofser Massen zerstückelter, aber nicht gerollter Steine, macht diese Sache einstweilen noch zweifelhafter. An einem Porphyrberg, westlich vom *Siljan-See*, wo ich Gelegenheit hatte, dasselbe Phänomen zu sehen, hatten sich ähnliche Felsstücke von selbst,

durch Einwirkung der Atmosphäre, von den steilen, zerborstenen Bergwänden abgelöst.

Ueber die wahrscheinliche Schnelligkeit der Geröllfluth.

An verschiedenen Orten sah ich, schon bei meinen ersten Beobachtungen, daſs wenn zwei gefurchte Felsen hinter einander und nahe beisammen in Richtung der Furchen lagen, der nördlichere auf der Stoſsseite, sobald diese nicht zu steil war, Furchen hatte bis hinab zum Boden, wogegen der hintere Fels durch den vorderen geschützt blieb. Zugleich zeigte sich, daſs das Geröll, wenn es über den höchsten Rücken des vorderen gegangen war, auf den hinteren Fels etwas tiefer gestoſsen hatte. Könnte man nun bestimmen den Punkt, wo das Geröll den vorderen Felsen verlieſs, so wie den Punkt, wo dasselbe den hinteren Felsen traf, und könnte man, sowohl in horizontaler als verticaler Richtung, den Abstand beider Punkte von einander messen, so wäre zu hoffen, daſs sich, angenommen die Fallgeschwindigkeit wäre damals dieselbe wie jetzt gewesen, die horizontale Geschwindigkeit des Gerölls berechnen lassen würde.

Ich habe mich sehr bemüht, eine Stelle zu finden, wo eine solche Messung zu machen gewesen wäre, bisher aber keine finden können. Denn theils war der Abstand zwischen jenen Punkten zu unbedeutend, theils war die Stelle, welche Hoffnung zur Auffindung einer solchen Gelegenheit gab, mit groſsen Erdmassen bedeckt. Dazu kommt noch der Umstand, daſs die Rollsteine umgeben waren von Sand und Grand, welche, nebst dem Wasser, den freien Fall jener Steine hindern muſsten, was denn alle Berechnung unmöglich macht.

Später hoffte ich, daſs man auf der östlichen und westlichen Abdachung eines etwas sauften Berges die Richtung der Furchen auf eine gewisse Strecke werde verfolgen können, um zu sehen, wie viel dieselben sich

auf dieser Strecke gesenkt haben; allein auch diese Hoffnung schlug fehl, und selbst, wenn sie erfüllt worden wäre, würde doch die Berechnung immer mifslich geblieben seyn, da die Gröfse der Reibung unbekannt ist.

Wie lange dauerte die Geröllfluth? War sie ununterbrochen?

Die Hoffnungen, eine Antwort auf diese Fragen zu erhalten, waren immer schwach, und sind es noch. Indefs ist es möglich, zu bestimmen, zwischen welchen Gränzen die Antwort auf die erste Frage gesucht werden müsse. Aus einigen Erscheinungen ergiebt sich nämlich so viel, dafs diese Fluth keine schnell vorübergehende oder plötzlich aufhörende war.

Der *erste* Grund zu der Annahme, dafs sie eine längere Zeit anhielt, ist der, dafs sie eine so ungeheure Masse harter Gesteine, wie Gneus und Granit, zu jenem feinen Sand zermalmte, mit dem in Europa ganze Länder, oft bis zu bedeutender Tiefe, bedeckt sind. Und doch sind diese Sandmassen höchst unbedeutend gegen die, welche gegenwärtig die Bänke auf dem Meeresboden bilden. Es ist übrigens nicht unwahrscheinlich, dafs die Sandmassen der grofsen Wüsten in Asien und Afrika ebenfalls das Product einer solchen Fluth sind, die demnach keine schnell vorübergehende seyn konnte.

Ein *zweiter* Grund für die Annahme einer langen Dauer der Geröllfluth geht aus der Erscheinung hervor, welche bei uns unter dem Namen der *Riesentöpfe* bekannt ist. Diese Riesentöpfe, deren schon T. Bergman in seiner »*Physikalischen Weltbeschreibung*,« §. 150, gedenkt, sind sphäroïdische Aushöhlungen in festem Gestein, und dürften in den meisten Fällen nicht anders als ein Erzeugnifs der Geröllfluth seyn; ich sage in den meisten Fällen, denn allerdings giebt es auch Riesentöpfe, welche durch Wirkung unserer gewöhnlichen Gewässer entstanden sind. Dergleichen finden sich bei *Avestad*,

und auch, wie ich schon vor einigen Jahren bei der Kanalgrabung sah, ausgezeichnet schön an der Ostseite der *Dalelf* bei *Gagnefs Gräda*. Es würde daselbst ein Kanal im ehemaligen Bette des Flusses gegraben, und als man beim Sprengen zum Behufe einer Schleuse an die Stelle kam, wo der Fluſs vordem einen 9 Fuſs hohen Wasserfall gebildet hatte, traf man in dem unteren Theile mehre Riesentöpfe an, von ein bis drei Fuſs Tiefe, einige von solcher Gröſse, daſs eine Person darin stehen konnte. In jedem dieser Töpfe fand man einen groſsen Stein, zuweilen auch noch mehre kleine, die alle rund geschliffen waren und eine sphäroïdische Gestalt mit glatter Oberfläche besaſsen. Weiter unten am Ufer der Elf fand der Geschworene Berndtson einen ähnlichen vollkommen kugelrunden Porphyrstein, welcher vermuthlich zu leicht war, um sich, nachdem er bis zu einem gewissen Grad abgenutzt worden, noch in dem Riesentopfe halten zu können.

Diese Riesentöpfe sind unbestreitbar durch Wasserfälle gebildet; sie wurden indeſs hier nur beiläufig angeführt, da sie nicht zu denen gehören, deren zum Beweise der oben gemachten Annahme gedacht wurde. — Die petridelaunischen Riesentöpfe sind von ganz anderer Beschaffenheit; sie liegen selten an der Stelle eines Wasserfalls, sondern meistens am Rande eines Berges, auch dort, wo die petridelaunische Fluth in die Höhe ging.

Einen solchen Riesentopf, obwohl von unbedeutender Gröſse und bloſs im Zustande angefangener Bildung, findet sich ganz in der Nähe von *Stockholm*, an der Bergwand zwischen *Roslagstull* und *Albano*. Die petridelaunische Fluth ist hier von Norden über *Brunnsviken* gekommen und den steilen Berg bei *Albano* hinaufgegangen. An der Westseite dieses Berges, nahe der jetzigen Landstraſse, war ein Loch, dessen südlicher, etwas hervorragender Rand aus hartem Granit besteht. In

dieses Loch hatten sich ein oder mehre Rollsteine abgelagert, welche die Fluth, wegen des hervorspringenden Randes, nicht fortführen konnte, dafür aber unaufhörlich herumwirbelte. So entstand der Riesentopf, der jetzt beim Strafsenbau zum Theil weggesprengt worden ist.

Einer der schönsten Riesentöpfe dieser Art, der sich auf eine ganz andere Weise gebildet hat, findet sich bei *Trollhätta*. Es ist der, worin mehre Königliche Personen ihre Namen haben einhauen lassen. Er hat eine solche Gröfse, dafs zwölf Personen mit Bequemlichkeit darin Raum finden. Er liegt oben auf dem Berge, so hoch über der *Götha-Elf*, dafs er nicht als von ihr gebildet angesehen werden kann. Die benachbarten Furchen zeigen auch, dafs die Bildung dieses Riesentopfes der Geröllfluth angehört.

Dafs ein solcher Riesentopf nicht in kurzer Zeit entstanden seyn könne, ist leicht ersichtlich. Durch Gewalt kann es nicht geschehen seyn, nur ein langsames Abnutzen vermochte die Aushöhlung zu bewirken.

Die *zweite* Frage, nämlich: ob der Strom ein ununterbrochener oder periodischer war, ist noch schwerer zu beantworten. Die dazu erforderlichen Data lassen sich nicht in Eile sammeln, denn sie ergeben sich hauptsächlich bei Durchgrabung trocknen Erdreichs oder bei Durchschneidung von Gewässern, und da solche Arbeiten nicht eigends zum Behufe der Geologie unternommen werden, so mufs man warten, bis der Zufall Gelegenheit zu solchen Beobachtungen darbietet. Alsdann darf nicht mit ihnen gesäumt werden, denn kurz nachher stürzt das trockne Erdreich zusammen, und sein senkrechter Durchschnitt wird unkenntlich.

Aus dem Wenigen, was bisher beobachtet worden, scheint es glaublich, dafs die Fluth keine ununterbrochene war. Die Abwechslungen in unseren Erdschichten machen diefs wahrscheinlich. So z. B. habe ich bei

Krigsbergs-Kirche in *Ostgothland*, in einer Grube, aus welcher Grand zum Strafsenbau gewonnen wird, gewöhnlichen Granitsand wechseln gesehen mit einem andern Sande, der wahrscheinlich von Sandstein abstammte, wenigstens kein Granitsand war. Es ist schwer zu begreifen, wie solche Abwechslungen hätten entstehen können, wenn nicht die Fluth Unterbrechungen erlitten hätte.

Vermuthlich wird diese Frage mit der Zeit eben so umständlich behandelt werden, als man jetzt wenig über sie zu sagen weifs.

War die Geröllfluth sehr gewaltsam?

Wären die Fragen der beiden vorhergehenden Paragraphen beantwortet, so würde es auch diese seyn. Da sich aber noch keine Antwort geben läfst, so mögen inzwischen einige Erscheinungen genannt werden, die wenigstens die Antwort vorbereiten können.

A. Schon zuvor wurde erwähnt, dafs es in *Blekingen* grofse Felsen giebt, die nach Süden, und zwar bergan, auf ihrer Unterlage fortgeschoben worden sind. Diefs scheint nur durch einen Stofs der Geröllfluth erklärlich.

Viele Geologen haben uns Nachricht gegeben von den auf den dänischen Inseln und in Norddeutschland vorkommenden ungeheuer grofsen Steinblöcken. Da Andere behaupten, das Meereis habe zu deren Fortführung beigetragen, so will ich hier eines Steines erwähnen, der wahrscheinlich nicht auf solche Weise fortgeschoben wurde, da er nicht weit von seiner früheren Stelle liegt. Er liegt auf der Ostseite der Anhöhe, auf welcher die Kirche von *Pelarne* in Småland erbaut ist. Berechnet nach seiner Gröfse wiegt er wenigstens sieben Millionen Pfund.

Zu den Erscheinungen dieser Art gehört ferner die in Schweden ganz allgemeine Erfahrung, dafs man bei Anlegung neuer Gruben selten vor ein bis zwei Lachtern Tiefe auf wahrhaft festes Gestein gelangt. Darüber

ist der Fels wie zertrümmert, voll von Rissen und Sprüngen, und nicht selten endigen diese mit einer Kluft, welche mit fein geschlämmtem Pulver von demselben oder einem anderen Gestein ausgefüllt ist. Besonders deutlich sieht man dieses in den bei *Skinnarängen* und *Kråknäs*, eine Meile von Fahlun, neulich eröffneten Gruben.

B. Eine noch merkwürdigere Erscheinung, welche zu beweisen scheint, daſs die petridelaunische Fluth mit bedeutender Kraft wirkte, zeigen die horizontal geschichteten Berge *Westgothlands.* Diese Berge ruhen auf Granit, 150 bis 330 F. über dem Meere, sind ihrerseits 500 bis 700 Fuſs hoch, und bestehen sämmtlich aus denselben Felsarten in derselben Ordnung, nämlich zu unterst *Sandstein,* darauf *Alaunschiefer*, dann *Kalk* und zu oberst *Thonschiefer.* Nach der Meinung des Freiherrn Berzelius [1]), welche allgemein angenommen wird, haben diese horizontal geschichteten Gesteine einst ganz *Skaraborgs-Län* bedeckt, sind aber durch eine mächtige Ursache abgerissen und fortgeführt, ausgenommen an den Orten, wo der Trapp, eine plutonische, harte und zähe Gebirgsart, einst (im geschmolzenen Zustande) aus dem Innern der Erde hervordrang und sich auf kleine Strekken über sie ausbreitete, und sie dadurch schützte.

Diese Ansicht bestätigt sich immer mehr und mehr, und noch im letzt verwichenen Sommer glückte es mir, neue Beweise für dieselbe aufzufinden. Denn *erstlich* fand ich sehr weit im Norden, am Fuſse des *Tiveden,* ¼ Meile nördlich vom Gasthof zu *Hasselrör,* kleine stehen gebliebene Kuppen von Sandstein, welche gefurcht waren. Die ehedem darauf liegenden Gebirgsarten waren also fortgeführt, und dieſs deutlich von der Geröllfluth. *Zweitens* beobachtete ich, daſs der Trapp, auf der Spitze des Berges, Furchen hat, besonders deutlich und regelmäſsig am *Billingen;* und *drittens* ersah ich auf die unverkennbarste Weise, daſs alle noch übriggeblie-

1) Dessen Jahresbericht, No. V S. 286.

benen Theile der horizontal geschichteten Berge vollkommen fortgerissen worden wären, so dafs jetzt Keiner die geringste Ahnung von ihrer Anwesenheit haben würde, wenn nicht der Trapp als eine unangreifbare schwere Masse auf diesen lockeren horizontalen Schichten geruht, und der Gewalt der petridelaunischen Fluth einen festen Widerstand entgegengestellt hätte.

Diefs zeigt sich deutlich am *Hunneberg*. Wenn man von *Lidköping* nach *Wenersborg* reist, führt der Weg zwischen den beiden Bergen *Hunneberg* und *Halleberg* hin, deren horizontal geschichteten Gebirgsarten man im verticalen Durchschnitt sieht, bedeckt zu oberst von einer über 100 F. dicken Trappmasse, deren äufserster Rand aus einer Reihe eben so viel Fufs hoher senkrechter Säulen von gewöhnlicher Basaltform besteht. Am Fufs des Berges liegt ein, 100 bis 300 Fufs hoher Haufen von Trappstücken, welcher oft das Profil der horizontal geschichteten Gebirgsmassen verdeckt. Das Ganze erscheint im Abstand von einigen Meilen und gewährt einen höchst seltsamen Anblick. Auch die einzelnen Säulen kann man unterscheiden, da der Gipfel des Berges eine Platte darstellt, bis zu dem Rande keine Abrundung zeigt und seine Seiten senkrecht sind. Man nähert sich erst dem *Hunneberg* an einer Stelle, wo er einen Einschnitt hat, durch den man ihn besteigen kann, und aus welchem ein Bach herunterkommt, der in den *Dettern*, eine Bucht des *Wenersee*, fliefst. Weiterhin oder näher beim Gasthofe zu *Munkesten* sind Schürfgruben (*Jordrymningar*) gemacht, um Kalkstein zu gewinnen, und da man dort den herabgestürzten Trapp fortgeschafft hat, so sieht man deutlich, dafs die darunter gelegenen lockeren, horizontal geschichteten Gebirgsarten durch die Geröllfluth fortgeführt wurden, der Trapp also darüber hinausragte oder herüberhing, so dafs sich unter einem Dache von Trapp ein niedriger Gang bildete zwischen den herabgestürzten Massen auf der einen, und den horizontal geschichteten

Gesteinen auf der andern Seite. Die Hügel am Fuſse des Berges sind nichts anderes als herabgefallene Stücke von der überhängenden Trappmasse, deren Reste sich noch in schönster Basaltsäulenform zeigen. Da der Trapp so fest lag, so ist klar, daſs die Fluth nur mit groſser Schwierigkeit die darunter liegenden lockeren Bergarten fortzuführen vermochte; denn sie konnte dieselbe nur an den Rändern angreifen, wo sie einen gröſseren Widerstand leisten, ungefähr so wie es schwieriger ist Blätter aus einem Buche zu reiſsen, wenn es sich zwischen anderen Büchern eingeklemmt befindet, als wenn es frei steht.

Ungeachtet des Schutzes, den der Basalt gewährte, wäre dennoch vielleicht Alles durch die Fluth fortgerissen worden, wenn nicht noch ein *vierter* Umstand mitgewirkt hätte, welcher die Ansicht von Berzelius fernerweitig bestätigt.

Der zuvor erwähnte Einschnitt nämlich, in welchem der Bach herunterkommt, ist nicht, wie man wohl glauben könnte, die Folge einer von diesem Bach bewirkten Auswaschung. Auf der anderen Seite des Berges finden sich gröſsere Gewässer, die nicht den geringsten Einschnitt in den Trapp hervorzubringen im Stande waren. Der genannte Einschnitt ist vielmehr die Oeffnung, durch welche der Trapp heraufdrang; bei dem Erkalten sank ein groſser Theil desselben wieder hinab, und hinterlieſs eine Vertiefung, deren eine Seite von der Rollsteinfluth weggerissen wurde. Dieſs ergiebt sich deutlich, wenn man das Tiefste des Einschnitts von unten nach oben verfolgt; dann sieht man, daſs der Trapp sich durch den Thonschiefer gedrängt, und dessen Lamellen zu beiden Seiten in die Höhe gebogen hat, daſs der Thonschiefer näher am Trapp oder in Berührung mit demselben in ein hartes Gestein verwandelt worden ist, an dem man kaum eine Spur von Blättrigkeit wahrnimmt.

An dieser Stelle nun traf die Geröllfluth, unter dem Trapp, nicht mehr die lockeren, horizontal geschichteten Massen, sondern wirklichen Trapp oder hartgebrannten Thonschiefer, welche beide ihr einen unüberwindlichen Widerstand entgegenstellten. Da nun ferner diese Stelle gerade an der Stofsseite (Nordseite) des Berges liegt, so mufste diefs nothwendig in bedeutendem Grade mitwirken, den ganzen Berg vor der Fortspülung zu schützen.

Auf den übrigen Bergen *West-Gothlands* scheinen es mächtige Lager eines festen Kalksteins gewesen zu seyn, welche diesen Schutz gewährten.

Ein *fünfter* Grund für Berzelius's Meinung ist der, dafs am *Hunneberg* nur auf dessen Leeseite Trümmer von seinen oberen Gesteinen unter dem Grand und Gerölle angetroffen werden, und dafs der Uebergang von diesen Trümmern zu solchen, die nur aus Sandsteinsand bestehen, so scharf ist, dafs man, wie z. B. beim Wirthshause zu *Bursle*, auf einer Strecke von ungefähr 2000 Fufs von der einen auf die andere kommt.

Berzelius's Ansicht scheint also so vollkommen richtig zu seyn, wie nur ein Ereignifs, so lange nachher, noch sicher erklärt werden kann; und daher sind wir auch berechtigt, der Geröllfluth eine bedeutende Gewalt beizulegen.

In *Oerebro-* und *Calmar-Län*, in *Ost-Gothland* und *Småland*, findet man auch Spuren ähnlicher Erscheinungen. Vier bis fünf Meilen südlich von *Oerebro*, südlich von den Wirthshäusern zu *Wredstorp* und *Svenneqad*, findet man Grand von Kalkstein und Alaunschiefer, gerade in Richtung der Geröllfluth von der vormaligen Lagerstätte dieser Gesteine her; höher hinauf, auf der Landhöhe, südöstlich von *Jönköping*, kommt *ostgothländischer* Sandstein vor.

Es ist überdiefs ganz gewöhnlich, dafs man Gerölle zu Abhängen von 33° bis 40° Neigung hinaufgeführt findet, und dazu gehörte in Wahrheit keine geringe Kraft.

Tiefe der Geröllfluth.

Wie tief die Geröllfluth gewesen sey, läfst sich nicht eher bestimmen, als bis entschieden ist, ob sich, nach derselben, das Land bedeutend hob. War diefs nicht der Fall, so haben wir einen Anhaltpunkt daran, dafs zu *Carlscrona* Furchen 21 Fufs unter der Meeresfläche gefunden werden, dagegen bei *Särna* in *Dalarne* solche ungefähr 1500 Fufs über derselben vorkommen. Inzwischen dürfte man annehmen können, dafs Berge, wie der *Högkärnsklak*, *Pilboberg*, *Taberg*, *Omberg*, *Billingen* und *Kinnekulle*, ihre relative Höhe über dem benachbarten Lande, wie sie war, als die Geröllfluth über sie hinwegging, behalten haben. In diesem Falle hat die Fluth ihren Einflufs bis zu einer Höhe von wenigstens 800 Fufs geäufsert, und bis zu dieser Höhe die Rollsteine mit sich geführt, welche die Berge furchten.

Ueber die allgemeine Richtung der Furchen im südlichen Schweden.

Ein bestimmtes Urtheil hierüber fällen zu wollen, ist ebenfalls noch zu früh; allein es lassen sich doch einige Betrachtungen anstellen, die Beachtung verdienen, weil sie Anlafs zu genaueren Untersuchungen geben können, zumal, wenn sie aus Ansichten hervorgehen, welche diesen widerstreiten; denn dann werden Thatsachen, auf welche die Antwort gegründet werden soll, am besten erforscht.

Betrachtet man die Karte, Taf. V, auf welcher die Richtungen der Furchen in Süd-Schweden angegeben sind, so kann man nicht unterlassen sich die Frage zu stellen: *Ist die Geröllfluth von den erhabensten Höhen des Landes herabgekommen, und hat sie sich nach allen Seiten hin fortgepflanzt, — oder ist sie weiter von Norden her gekommen, und hat sie sich über das ganze Land verbreitet oder wenigstens über so viel, als unter ihrer Oberfläche lag?*

Allein die Karte zeigt auch, dafs man erst, nachdem Furchen im *nördlichen Schweden*, in *Norwegen* und *Finnland* beobachtet worden sind, sich Hoffnung machen darf, diese vorläufigen Fragen und demnächst auch die Hauptfrage beantwortet zu sehen. Zu einer allgemeineren Beantwortung werden wahrscheinlich Beobachtungen des petridelaunischen Phänomens in *Rufsland* und *Nordamerika* erfordert, von wo übrigens das Vorkommen desselben schon bekannt ist.

Vermuthungsweise läfst sich indefs schon Einiges aus den bereits gemachten Erfahrungen sagen.

Betrachtet man die Richtung der Furchen bei *Fahlun*, bei *Uddevalla* und bei *Westervik*, so scheint es, als sey die Fluth von den Höhen des Landes herabgekommen und habe sich nach allen Seiten ausgebreitet. Ob diefs geschah, als der Landrücken sich hob, oder nachdem er schon seine Höhe erlangt hatte, durch einen Wolkenbruch oder Etwas dem Aehnliches, ist eine Frage, die sich erst beantworten läfst, wenn ermittelt ist, ob das Wasser nach allen Seiten geströmt sey.

Wir wollen sehen, was für jetzt in einigen Fällen die Erfahrung hierüber sagt.

a) Die gröfsten Landhöhen in Skandinavien liegen beim *Snöhättan*, nordwestlich von *Christiania*. Dort müfsten also die Furchen nach *Südosten* gehen; allein sie gehen nach *Südwest* oder winkelrecht gegen die vorausgesetzte Richtung.

b) Eben so hätten die Furchen bei *Gefle* nach *Südosten* gehen müssen; aber auch hier, so wie an der ganzen Küste des nördlichen *Upland*, gehen die Furchen nach *Südwest*, und nicht *bergab*, sondern *bergan*, wie an vielen Punkten an ganz steilen Abhängen, z. B. bei *Carlholm*, *Oeregrund*, *Harg*, *Grislehamn*, *Väddön*, *Vårdkasberget* u. s. w.

c) Oestlich von *Carlscrona* verhält es sich fast eben so.

Aus diesen Thatsachen scheint hervorzugehen, daſs die Geröllfluth nicht von den Höhen des Landes herabkam, sondern herüber vom *Bothnischen Meere* und *Meerbusen*, und daſs sie nach *Südwesten* oder *Südsüdwesten* ging.

Hingegen spricht zwar die Richtung der Furchen bei *Fahlun* und *Westervik*, im Fall dieselben normale Furchen sind; allein bei näherer Betrachtung findet man, daſs sie Seitenfurchen sind, nämlich die bei *Fahlun* Seitenfurchen von den Landhöhen in *Dalarne*, und die bei *Westerwik* Seitenfurchen von den groſsen Landhöhen südlich von *Jönköping*. Sie beweisen also nichts gegen die Annahme, daſs der Geröllstrom aus Nordosten gekommen sey.

Dagegen wird die Annahme durch folgende Beobachtungen unterstützt:

d) Die gröſseren Gewässer und Inseln: der *Wetter*- und *Wener-See*, die Inseln *Gottland* und *Oeland* strecken sich nach Südwest. Die Arme des *Mülar-Sees* gehen zwar in einer anderen Richtung, gleichwie die Furchen in dessen Nachbarschaft; allein diese gehen von der Umgegend *Fahlun's* aus, und werden sodann Seitenfurchen zu den bedeutenden Landhöhen südlich um *Strengnäs* und *Eskilstuna*.

e) Die Sandbänke in der Ostsee, südlich am *Finngrunde*, südlich bei *Gottlands-Sandö*, südlich bei *Gottland*, und südlich bei *Bornholm*, haben auch eine Ausdehnung nach Südwesten.

f) An der Nord- oder Stoſsseite des Vorgebirges, welches das Land östlich von *Stockholm* (*Roſslagen*, *Södertörn*) bildet, ist das Meer ziemlich frei von Scheeren (Klippen), während es an der Süd- oder Leeseite desselben Vorgebirges ganz erfüllt ist mit solchen. Dieſs ergiebt sich aus der beigefügten Karte, und noch mehr aus den gröſseren Karten, den Provinzkarten und der Seekarte von Hrn. Af Klint. Nach der neuen Generalstabskarte von *Ruſsland* zu urtheilen, würde die Nordküste des finnischen

schen Meerbusens aus gleichem Grunde die Leeseite, und die Südküste die Stofsseite seyn.

g) Endlich mag noch als Beweis für die oftgenannte Annahme hervorgehoben werden die Richtungs-Verschiedenheit zwischen den Furchen auf den Gipfeln vom *Omberg*, *Taberg*, *Billingen*, *Kinnekulle* und *Stora Tiveden*, und denen am östlichen Fufse dieser Berge. Auf den Gipfeln ist die Fluth der allgemeineren Richtung gefolgt, wogegen sie weiter unten am Fufs der Berge sich nach den Unebenheiten richten mufste, um sich durch sie hindurchzuwinden.

Von den Sandåsarn.

Die Frage über die Bildung der Sandåsar steht offenbar im Zusammenhang mit den bisher verhandelten, und wird mit jenen zugleich ihre Beantwortung finden. Mittlerweile habe ich, da die Åsar so viel Aufsehen erregt haben, auch auf sie meine Aufmerksamkeit gerichtet. Zunächst mufs ich bemerken, dafs sie auf den Karten von Hermelin und Af Forsell nicht ganz richtig gezeichnet sind. Selten findet man sie in der Natur von solcher Länge, wie jene Karten sie angeben. In Wirklichkeit bestehen sie aus mehren kleineren Åsarn, zwischen welchen kein anderer Zusammenhang da ist, als dafs die Landstrafse über sie alle hinweggeht, blofs weil unsere Vorfahren bei Anlegung von Strafsen vorzugsweise die Anhöhen gewählt haben.

Die kleineren Åsar liegen meistens an der Leeseite eines anstehenden Felsens; doch giebt es auch einige ohne eine solche Schutzwehr.

Mehrentheils haben sie dieselbe Richtung wie die Furchen in der Gegend, und scheinen sich gerne dort abgelagert zu haben, wo letztere convergiren und divergiren. Im Allgemeinen ist es jedoch schwer, eine Regel für ihre Bildung aufzufinden, eben so schwer, wie wenn man für die Gestalt zusammengewehter Schneemas-

sen, selbst wenn der Wind dabei unverändert bliefs, die Ursache aufsuchen wollte. Die geringste Unebenheit auf einem sonst glatten Eise kann zu grofsen Schneeanhäufungen von der wunderbarsten Gestalt Veranlassung geben. Uebrigens bilden sich auch in Strömen und bei Ueberschwemmungen unter unseren Augen Sand- und Grandbänke von der unerklärlichsten Gestalt.

Von der Kraft, durch welche die Geröllfluth hervorgebracht wurde.

Die letzte Ursache dieser Kraft wird uns wohl für immer verborgen bleiben. Auch vermögen wir nicht zu ergründen, warum eine so gewaltige Fluth sich über den Erdball ergofs; allein wir können doch einsehen, dafs, wenn sie nicht eingetreten, wenn nicht ein grofser Theil der Erdkruste in Grand und Sand und Staub verwandelt worden wäre, der gröfste Theil derselben aus festen Felsen bestehen würde, auf welchem kein lebendes Wesen gedeihen könnte. Eben so dürfen wir die Hoffnung nicht aufgeben, dafs, wenn gleich uns nicht vergönnt ist, die Ursache dieser Kraft zu erkennen, wir doch einige Umstände ihrer Wirkungsweise noch ermitteln werden.

Beim Nachdenken über die Ursachen der Geröllfluth bieten sich offenbar zwei mögliche Fälle dar. Entweder wurden die Rollsteine durch irgend eine äufsere Kraft in Bewegung gesetzt gegen die Oberfläche der Erde, die ihrerseits in relativer Ruhe blieb; oder die Erde bewegte sich in einer Richtung, nach welcher die Rollsteine in relativer Ruhe waren. Die in Bezug auf die Ursache solcher Bewegungen aufgestellten Hypothesen: Veränderungen in der Lage der Erdaxe, in der Geschwindigkeit ihrer Umdrehung u. s. w. sind bekannt genug, muntern aber nicht auf, sie durch eine neue ähnliche zu vermehren. Wir wollen uns daher nur auf die Frage beschränken, ob es ein Kennzeichen gebe, welches zeigt,

ob das Geröll sich gegen die Erde, oder diese gegen jenes bewegt habe. Ein solches Kennzeichen kann in der That möglicherweise gefunden werden.

Wenn man z. B. die Beobachtungen der Furchen über die ganze Erdoberfläche ausdehnte, untersuchte, ob sie auf der südlichen Halbkugel eben so vorkommen wie auf der nördlichen, so würde man wahrscheinlich schon bedeutenden Aufschlufs über diese Frage erlangen.

Eben so ist glaublich, dafs wenn die Geröllmasse sich durch eigene Kraft, oder besser noch, durch eine *vis a tergo* gegen die Erde bewegte, die Schnelligkeit alsdann auf der Oberfläche gröfser gewesen seyn müfste als in der Tiefe, wogegen das Umgekehrte stattgefunden haben würde, wenn die Erde sich gegen die Geröllmasse bewegt hätte. Fände man nun ein Kennzeichen, durch welches sich entscheiden liefse, ob die Geschwindigkeit gröfser war an der Oberfläche als in der Tiefe, so würde die Antwort auch einigermafsen sicher gegeben seyn. Eine genauere Untersuchung der Berge in Westgothland würde hierüber vielleicht einigen Aufschlufs geben.

Wenn die Geröllmasse durch eine *vis a tergo* bewegt wurde, so scheint es auch, als müfste sie gröfsere Schwierigkeit darin gefunden haben, grofse Felsstücke von der Leeseite der Berge abzureifsen; eben so müfste sich in der Lage und Beschaffenheit der auf dieser Seite liegenden Massen eine Verschiedenheit zeigen.

Ferner möchten Durchschnitte von mächtigen Grand- und Sandmassen darüber einigen Aufschlufs geben; denn wo die Schnelligkeit sehr grofs war, mufste die feine Erde fortgeschwemmt werden und der Grand liegen bleiben. — Merkwürdig ist in dieser Beziehung das Verhalten unterhalb *Avestad*, wo die *Dalelf* ein Sandlager von 114 Fufs Mächtigkeit durchschneidet, unter welchem Felsen vorkommen mit Furchen, die rechtwinklich auf

der jetzigen Richtung des Flusses liegen. Hätte sich die Geröllfluth durch eine *vis a tergo* bewegt, so würde sie das Thal, worin jetzt die Dalelf fliefst, bald zugeschwemmt haben, da sie quer darüber ging, und dann würden die Felsen weniger gefurcht worden seyn.

[Hiemit enden die Betrachtungen des Verfassers, so weit sie das Phänomen in Schweden betreffen. Was nun noch folgt, besteht, aufser einer Anleitung zum Beobachten der Furchen, aus einer Reihe von Briefen, die im Sommer 1836 auf einer Reise durch Deutschland (über Berlin, Dresden, Prag, Wien, München, Frankfurt, Cöln nach England und zurück), über verwandte geologische Gegenstände an die K. Academie in Stockholm geschrieben wurden. Der Raum verstattet uns leider nicht diese Briefe in Ausführlichkeit mitzutheilen, wir wollen uns daher nur darauf beschränken, aus einem der letzten einige Momente hervorzuheben.]

In Berlin — so heifst es in diesem Briefe — sagte mir Prof. G. Rose, es sey ihm, als er in diesem Sommer (1836) *Rüdersdorf*, östlich von Berlin, besuchte, von dem Verwalter des dortigen Kalkbruchs als etwas ganz Besonderes mitgetheilt, dafs man bei einer Schurfarbeit, die man im letzten Frühjahr gemacht, um eine neue Sprengung vorzunehmen, den Kalkfelsen auf der Oberfläche, unter der Dammerde, abgenutzt oder geschliffen gefunden habe, mit deutlichen Riefen darauf. Prof. Rose hatte sich bemüht zu erfahren, in welcher Richtung diese gingen; aber sie waren bereits fortgesprengt, und Keiner hatte, wie es scheint, genau darauf geachtet. Indefs ist diefs doch ein Beweis, dafs Furchen in Deutschland vorkommen. Oberhalb Pirna sah ich selbst dergleichen in einem harten Sandstein; da aber diese für ein ungeübtes Auge nicht erkennbar sind, so kann ich die Aufmerksam-

keit nicht darauf hinleiten. Ueberdiefs haben sie keine gute Lage zur Bestimmung ihrer Richtung [1]).

In Berlin hatte ich ferner Gelegenheit verschiedene englische Seekarten kennen zu lernen, von denen ich die lehrreichsten für mich kaufte. Auf einer derselben, nämlich Purdy's *General Chart of the Atlantic Ocean* (London 1816) sieht man auf die unverkennbarste Weise, dafs in der *Nordsee* und im *Skagerak* die Sandbänke im Lee an der Südseite von Norwegen liegen. Weiter westlich, zwischen *Norwegen* und *Schottland*, ist das Meer tief, und diese Tiefe erstreckt sich herab bis nach *Hull*, an der englischen Küste. An der Südküste von Norwegen findet sich zwar auch eine bedeutende Vertiefung, aber diese ist entweder durch den aus dem

1) Der Hr. Verfasser bemühte sich an verschiedenen Orten in Deutschland Furchen auf Felsen zu entdecken, ohne indefs seinen Zweck genügend zu erreichen. Bei Prag z. B. glaubte er der *Tablitzerberg* würde zu dergleichen Beobachtungen geeignet seyn; allein bei näherer Besichtigung fand er, dafs das Gestein dieses Berges (Kieselschiefer) zu hart sey, um Furchen annehmen zu können. Aus verschiedenen Anzeigen, namentlich aus dem Vorkommen eines Zuges von schneeweifsen Quarzgeschieben, der sich ungefähr von NO. nach SW. quer über ganz Böhmen bei *Budweis* vorbei (wo Glashütten auf die Benutzung dieser Geschiebe angelegt sind) bis in die Gegend von Linz in Niederösterreich ausdehnt, und seinen Ursprung von dem Jeschen und anderen Quarzbergen in der Nordostecke von Böhmen bei *Friedland* und *Reichenberg* nimmt, glaubt derselbe indessen schliefsen zu dürfen, dafs die Fluth in südlicher Richtung (10° bis 15° nach SW.) über Böhmen fortging. In *Steyermark* erfuhr er von Sr. K. Hoheit dem Erzherzoge Johann und dessen Secretär, dem Hrn. Zahlbrüchner, dafs auf dem Plateaux der dortigen Alpen Furchen vorkämen, oft so grofs wie Wagengeleise auf einer Landstrafse; der Kataster-Ingenieur Schmuz in Steyer versicherte ihm sogar, dafs dergleichen Furchen noch auf Höhen von 8000 Fufs angetroffen würden. Wegen ungünstiger Witterung hatte er selbst indefs nicht Gelegenheit sich von diesen Angaben zu überzeugen. Auch am *Harz* waren seine Bemühungen zur Auffindung von Furchen vergeblich, wiewohl ihm Hr. Hofrath Hausmann versicherte, dafs nach dem Vorkommen von Rissen auf Muschelkalk nicht an deren Existenz zu zweifeln sey.

Christianiafjord herkommenden Strom oder durch die von Norwegens südlichen Fjällen herabstürzenden Wasserfällen ausgegraben worden.

Aehnlich liegen die Sandbänke im Süden von *England* und *Irland*, und im Süden von der *Bretagne*, dem nordwestlichen Vorgebirge *Frankreichs*. Dagegen ist die Nordküste von *Spanien* vollkommen rein gespült, so dafs daselbst fast nur noch feste Klippen vorkommen. Eben so verhält es sich mit der Nordküste von *Schottland*, den *Orkney*- und *Shetland's*-*Inseln*.

An der Leeseite der Portugiesischen Küste findet man Sandgrund, aber keine eigentliche Sandbank; diefs ist erst der Fall jenseits des *Cabo de Santa Maria*, im Lee von der Südwestküste *Andalusiens*.

Die Nordwestküste von Afrika hat keine bedeutende Sandbank; allein bei *Cap blanco*, wo die Küste eine ganz südliche Richtung nimmt, hat sich eine Sandbank abgelagert, welche vom *Cap Verde* an, wo die Küste nach Südosten umbiegt, zu mehren Seemeilen Breite anwächst. Längs der Küste von Guinea ist sie abermals unbedeutend, und sie kommt erst wieder zum Vorschein beim *Cap der guten Hoffnung*, wo sich die weit ausgedehnte, so berüchtigte *Nadelbank* abgelagert hat. — Nach den Beschreibungen und Zeichnungen zu urtheilen, verhält es sich mit dem *Tafelberge*, am Cap der guten Hoffnung, ganz wie mit den Sandsteinfelsen der Sächsischen Schweiz. Und aus Allem ist wahrscheinlich, dafs die Geröllfluth, welche in Richtung nach Süden oder Südwesten über *Skandinavien*, *Deutschland* und *England* hinwegging, auch in derselben Richtung ihren Weg über das südliche *Europa* und *Afrika* fortsetzte.

Ob sie später ihren Lauf geändert habe, läfst sich nicht genau bestimmen; allein nach den Berichten der Schriftsteller über *Van Diemens-Land*, *Neu Holland* und andern Inseln Australiens sind daselbst die südlichen Küsten felsig, die nördlichen dagegen umgeben von Sand-

bänken, so dafs es sehr wahrscheinlich wird, die Fluth sey daselbst nach Norden gegangen. Zu urtheilen nach zwei Seekarten von Horsburgh über das Fahrwasser um *Sumatra* und *Java*, wo Klippen die südlichen, und Sandbänke die nördlichen Küsten umgeben, scheint auch dort die Fluth eine Richtung nach Norden gehabt zu haben. Wenn sich diefs durch Beobachtungen an Ort und Stelle bestätigte, so würde die Fluth auch über das östliche Asien nach Norden gegangen seyn, nordwestlich über *Nova-Semlja* und südlich über *Grönland*. Dadurch würde zugleich das Vorkommen der Gerippe von Elephanten und sonstigen Thieren im nördlichen Sibirien und anderen Ländern, wo dieselben schwerlich können gelebt haben, möglicherweise seine Erklärung finden.

Doch Hypothesen, setzt der Verfasser hinzu, sind keine Erklärungen, und deshalb breche ich hier ab.

IX. *Bemerkungen zu vorstehendem Aufsatz.*

Herrn Sefström's Beobachtungen sind aller Aufmerksamkeit würdig, vorzüglich da er sie über einen so grofsen Theil von Schweden verfolgt hat. Es ist sehr denkbar, dafs die grofse Masse von Blöcken, welche sich über die baltischen Niederungen zerstreut findet, Spuren ihres Weges von Norden her zurückgelassen habe, und es ist höchst verdienstlich diese Spuren aufzusuchen und zu verfolgen. Dafs aber Hr. Sefström die Untersuchung dieser eben so grofsen und auffallenden, als auch belehrenden geognostischen Erscheinung auf halbem Wege abgebrochen und es vorgezogen hat, sich in ganz unbegründete Hypothesen einzulassen, ist eben so einleuchtend. Man sollte fast glauben, es sey ihm ganz unbekannt gewesen, wie die *südlichen* Gränzen dieser Er-

scheinung mit grofsem Fleifs vorzüglich von Friedrich Hoffmann durch Westphalen und Niedersachsen, dann vom Bergrath Pusch, zu Warschau, durch Polen und Rufsland verfolgt worden sind [1]). Eben diese Bestimmungen beweisen aber, dafs die Erscheinung weiter auszudehnen nur in Irrthümer führen kann. — Was soll man denn sagen, wenn man sieht, dafs die nordische Fluth über ganz Deutschland, ja über die Alpen weg, und, durch Seekarten verleitet, bis zur Südspitze von

1) Pusch, *geognostische Beschreibung von Polen*, *Bd. II S.* 571. Es ist eine klare, lichtvolle, genaue und an gut beobachteten Thatsachen reiche Entwicklung der ganzen Erscheinung. Einige seiner Resultate sind folgende: Die Bestimmung der Gränzen erweisen, dafs die Felsblöcke von den östlichen Küsten Englands, durch die nördlichen Niederlande, das flache Norddeutschland bis zum nördlichen und östlichen Fufse des Teutoburger Waldes, des Wesergebirges, Harzes, Erzgebirges und der Sudeten durch Polen und Rufsland von Norden her, bis zu einer Linie von Kozieglow bis Twer, mithin in einem grofsen, gegen Süden gerichteten Kreisbogen verbreitet sind, dessen Mittelpunkt in Skandinavien liegt. — Die petrographische Beschaffenheit dieser Blöcke beweist, dafs die, welche vom nördlichen Rufsland bis zum Niemen verbreitet sind, nur vom Onega-See und aus Finnland: dafs die, welche durch Preufsen und Polen zerstreut sind, gröfstentheils ebenfalls noch aus finnländischen Gebirgen abstammen, sich aber schon mit schwedischen Gesteinen vermengen; dafs ferner alle durch das nördliche Deutschland und die Niederlande zerstreuten ihren Ursprung in den Gebirgen von Schweden und Norwegen haben, und die auf der östlichen englischen Küste nur norwegisch zu seyn scheinen. Noch viele andere Betrachtungen und Angaben über Lagerung dieser Blöcke, welche Hr. Pusch vorträgt, und so viele, die wir Friedrich Hoffmann verdanken, dürfen von schwedischen Geognosten gar nicht übersehen werden, wenn sie lehrreich und gründlich über die ganze Erscheinung urtheilen wollen.

Manche wichtige, hieher gehörige Beobachtung findet sich auch in Wilhelm Schultz's Beiträgen zur Geognosie, Berlin 1821, und in seinen Grund- und Aufrissen zur Bergbaukunde, 1823, vorzüglich S. 63. Der Sand der baltischen Flächen liegt *unter* den Blökken, und gehört gröfstentheils dem, aus einer älteren Periode herstammenden Braunkohlengebirge. Hr. Sefström hält ihn irrig für ein Product der nordischen Fluth.

Afrika verfolgt wird. Kann ein grofser Name hinreichend seyn, einer Hoffnung Gehalt zu geben, dafs, durch solche Fluth geleitet, die Seefahrer Sandbänke im atlantischen Meere im Voraus ahnden werden, wenn solche Hoffnung auf so bodenlosem Grunde gebaut ist? — Dafs aus *jedem Thale* der Alpen in den *verschiedensten* Richtungen und bis in weite Ferne ganz ähnliche Fluthen hervorgehen, ein Gegenstand, über welchem doch schon so viel verhandelt worden ist, war Hrn. Sefström auch nicht einmal gegenwärtig, als er sich in den Steyerschen Gebirgen befand, auch nicht bei München. Dafs dieses Hervorbrechen von Fluthen wahrscheinlich allen Thälern im primitiven Gebirgen gemein sey, ist daher von ihm noch viel weniger beachtet worden. — Die Hauptursache dieses Fehlgriffs scheint wohl darin zu liegen, dafs Hr. Sefström nur Risse und Reifen durch fortgeführte Blöcke beobachtet und verfolgt, die Blöcke selbst aber und ihre Natur und Beschaffenheit gar nicht. Dennoch wie grofs ist doch nicht das Heer wichtiger Fragen, welche in dieser Hinsicht zu beantworten wären? Wo sind solche Blöcke am meisten gehäuft? Bis zu welcher Höhe im Norden kann man sie verfolgen? Blöcke nämlich, welche dem Boden *fremdartig* sind, auf welchem sie liegen, welches sehr verschieden ist, von den zuweilen unabsehbaren Feldern loser Blöcke, welche vorzüglich auf Granitplateaux zu liegen pflegen, *Teufelsmühlen*, welche wahrscheinlich mit der Erhebung dieser Granitmassen, nicht aber mit den Erhebungen der fortführenden Fluthen in unmittelbarer Verbindung stehen. — Sind Blöcke im südlichen Schweden, die dort vielleicht in grofser Menge vorkommen, mit Bestimmtheit, durch ihre Natur geleitet, bis in die einzelnen Thäler herauf zu verfolgen? wie jedes Alpenthal seine eigenthümlichen Blöcke hervorschiebt, deren Ursprung sich am Anfange dieser Thäler leicht auffinden läfst. — Nur zufällig erfahren wir, dafs Porphyre von Elfdalen bei Fahlun vor-

kommen; in welcher Gröfse, in welcher Menge, erfahren wir nicht, noch weniger wie weit fort und wo man sie noch weiter findet.

Alle Untersuchungen dieser Art, die dem aufmerksamen Beobachter in Schweden noch in Fülle sich darbieten würden, leiten zuverlässig sicherer und bestimmter zu den Ursachen der grofsen Erscheinung, als alle Ritzen und Reifen. — Mögen wir dankbar Hrn. Sefström's Untersuchungen aufnehmen, aber uns nicht verhehlen, dafs, so lange sie allein stehen, sie nichts weiter als eine Erregung zu weiteren Untersuchungen seyn können, am allerwenigsten aber einer so weiten Ausdehnung fähig sind, als man ihnen gern hat zuschreiben wollen, und welche vielleicht noch gar veranlassen könnte, wie es bei ähnlichen Beobachtungen wohl schon geschehen ist, sie von kosmischen Erscheinungen, von Sonne, Mond und Sternen, abhängig zu glauben.

Leopold v. Buch.

X. *Ueber die Hochebene von Bogota; von Alexander von Humboldt.*

(Aus den Berichten der K. Preufs. Academie der Wissenschaften.)

Die Andeskette, wie alle grofsen Gebirgsketten der alten und neuen Welt, bietet mehr oder minder ausgedehnte Hochebenen dar. Sie liegen stufenweise über einander, und sind meist durch enge Schluchten (Thäler, die senkrecht die Hauptaxe des Gebirges durchschneiden) verbunden. Diese sehr bekannte Erscheinung wiederholt sich selbst am Abhange isolirt stehender Berge. Was der Andeskette aber eigenthümlich ist, und sich in gleichem Maafse nirgends in dem alten Continent wiederholt, ist der Umstand, dafs dort grofse, reiche und wohl bevölkerte Städte in den Hochebenen selbst ge-

gründet sind; fast reihenweise in gleichem Abstande vom Aequator, zwischen 36° nördlicher und eben so viel südlicher Breite, von Neu-Mexico bis Chili. Die Ursache dieser sonderbaren Städtegründung mufs man suchen in der Richtung der frühesten Völkerwanderungen, in der Furcht aller Bergvölker, in die heifsen Ebenen hinabzusteigen, in der Wahl der nährenden Pflanzen, welche früh ein Gegenstand des Ackerbaues geworden sind. Die europäischen Ansiedler folgten überall der alten Cultur: sie haben die eroberten Städte erweitert, doch ihnen selten neue Namen gegeben. Wenn man Caracas, Popayan, Mexico, Quito, La Paz und Potosi nennt, so reihet man genau in dieser Folge Stationen an einander, die sich senkrecht zu Luftschichten zwischen 2800 bis 13,000 Fufs Höhe über die Meeresfläche erheben, meteorologische Warten, gewifs einst Sitze wissenschaftlicher Bildung, in welchen durch permanente Bewohnung die wichtigsten Aufschlüsse über den mittleren Zustand der Atmosphäre nach Verschiedenheit der Höhe und geographischen Breite erlangt werden können. Die asiatischen Bergländer zeigen uns höher bewohnte Dorfschaften und Meierhöfe am nördlichen Abhange des Himalaya, wie in West-Tübet, am Küenlun und in dem Plateau von Pamer gegen den Bolor hin, aber keineswegs eine Reihe grofser Städte. Kaschmir liegt, nach Victor Jacquemont und Baron von Hügel, nur 5000 oder 5400 Par. Fufs hoch, es erreicht also noch nicht die unbedeutende Höhe der Stadt Popayan. Der Pafs, auf dem Burnes zwischen Kabul und Balkh den Hindu-Kho, bei dem alten Bamiyan, überschritt, ist auf dem höchsten Punkte fast 1000 Fufs niedriger als das Strafsenpflaster der oberen Stadt Potosi.

In diesen allgemeinen Betrachtungen, welche der Abhandlung zum Eingange dienen, untersucht Hr. v. H. die Stellen der Alten, in denen das allgemeine Gesetz der, unabhängig von der geographischen Breite, mit der blofsen Erhebung des Bodens zunehmenden Kälte der

Klimate ausgesprochen ist. Der von Herodot geläugneten Schneeberge in Afrika zwischen den Wendekreisen erwähnt zuerst die Adulische Inschrift. Im neuen Continent wurde der ewige Schnee der Tropen-Region zuerst in dem Gebirge von Citarma (jetzt *Nevados de Santa Marta*), neun Jahr nach Columbus erster Entdeckung, gesehen. Petrus Martyr de Anghiera, in einem für den Pabst Leo X geschriebenen Buche, bemerkte zuerst, dafs die *untere Gränze* des ewigen Schnees mit abnehmender Breite sich erhebe. Neuere Beobachtungen lehren den Einfluſs der Hochebenen auf die mittlere Temperatur. Sie ist 1°,5 bis 2°,3 gröſser, als in gleicher Höhe an dem ununterbrochenen Abhange der Gebirgsketten; auch bemerkt man Unterschiede zwischen der Mitte der Hochebene und den Rändern. Dem Ackerbau, besonders der Cultur des Mays und der europäischen Cerealien ist, in den Hochebenen, besonders wenn sie sich über 7800 Fuſs erheben, das Erfrieren durch nächtliche Strahlung der Bodenwärme gegen einen heiteren, dunstfreien Himmel, durch unbewegte dünne und sehr trockne Luft, gefahrbringend. Jedes Plateau hat ein eigenes individuelles Klima, welches durch seinen Vegetationszustand, die Gestalt der umgebenden nächsten Felswände, ihre Stellung zu den herrschenden Winden und ihre Farbe, wie durch den periodischen Gang der Störungen im elektrischen Gleichgewicht der Atmosphäre bedingt wird. Die numerischen Resultate der mittleren Tag- und Nacht-Temperaturen geben allein, bei dem verwickelten Gange des meteorologischen Processes, kein treues Bild der localen Klimate. Auch von dieser Seite bietet, in der glücklichen Tropenzone, die kleinste Raumfläche die höchstmöglichste Mannichfaltigkeit von Naturerscheinungen dar, sey es in den meteorisch vorübergehenden oder in den durch innere Entwicklung sich ewig erneuernden des organischen Lebens.

Specielle Ansicht der Hochebene von Bogota, aus

noch ungedruckten Tagebüchern geschöpft. Bewohnbarkeit, Klima, Physiognomik der Vegetation, geognostische Schichtungsverhältnisse. Das Plateau, *Llanura de Bogata*, nach den alten Mythen der Ureinwohner vom Stamme der Muyscas, der Boden des ausgetrockneten Sees Funzha, hat die mittlere Höhe von 8130 Fufs. Die Stadt Bogata, vor dem Freiheitskriege Santa Fe de Bogota genannt, liegt 2556 Fufs höher als das mildere Popayan und 820 Fufs tiefer als Quito. Es bietet in seiner 15 bis 18 geographische Quadratmeilen grofsen, ganz söligen, fast baumlosen Fläche vier merkwürdige Erscheinungen dar: den prachtvollen *Wasserfall des Tequendama*, der von der Region immergrüner Eichen in eine Kluft stürzt, zu welcher Palmen und baumartige Farren bis an den Fufs der Cataracte hinaufgestiegen sind; das mit Mastodonten-Knochen überfüllte *Riesenfeld* (*Campo de Gigantes*) *Steinkohlenflöze* und mächtige *Steinsalzschichten*. Das Vorkommen der beiden letzteren Formationen erregt um so mehr Befremdung, als sie eine Höhe erreichen, ungefähr der gleich, welche man erhält, wenn man sich unseren Brocken auf den Gipfel der Schneekoppe gethürmt denkt. Der Charakter der ganzen Landschaft ist grofsartig, aber melancholisch und öde. Die Stadt, von Alleen riesenmäfsiger Daturen umgeben, liegt dicht an einer fast senkrecht abgestürzten Felswand, deren östlicher Abfall über den Paramo de Chiguachi hinüber in die Ebenen des Meta und Orinoco führt. An dieser Felswand hängen, fast zwei tausend Fufs über der Stadt, nesterartig zwei Capellen, Monserrata und Guadalupe, besuchte Wallfahrtsorte, in absoluter Höhe fast dem Gipfel des Aetna gleich. Gegen Südwesten sieht man ununterbrochen eine Dampfsäule aufsteigen. Sie bezeichnet den Punkt, wo der Wasserfall von Tequendama liegt.

Die Vegetation der Hochebene contrastirt mit der des Abhanges der Felswand, an der die Capellen hän-

gen, wo unter dem Schatten von *Escallonia tubar*, *Vallea stipularis* und Weinmannien, purpurblütige Thibaudien, Passifloren und Gaulterien von ewigem Nebel getränkt werden. Die mittlere Jahrestemperatur von Bogota (bei 8130 Fufs Höhe und unter 4° 36′ Breite) ist 14°,5, nach hunderttheiliger Skala, also gleich der Temperatur von Rom, aber in Rom sind die mittleren Grade der wärmsten und kältesten Monate um 16° verschieden (Jan. 7°,8; Aug. 23°,7), während dafs in der Hochebene von Bogota die Wärme so gleichmäfsig vertheilt ist, dafs oft sieben auf einander folgende Monate nur einen Unterschied von $\frac{9}{10}$ Grad mittlerer Wärme darbieten. Im ganzen Jahre ist der wärmste Monat 16°,6, der kälteste 14°,2. Die klimaterischen Einflüsse auf die Lebensprocesse des Organismus hängen mehr von der Vertheilung der Wärme unter die verschiedenen Jahres- und Tageszeiten, als von der mittleren Temperatur des ganzen Jahres ab.

Die Bergebene von Bogota hat, wie ihr individuelles Klima, also auch ihre eigene geognostische Mythe. Die Ebene bildet, wie die Bergebene von Mexico (Tenochtitlan), ein Becken, aus dem die Wasser nur in einem einzigen Punkte einen Ausweg finden. Beide enthalten in ihrem Schuttboden die fossilen Knochen elephantenartiger Thiere, aber die Oeffnung im Thal von Mexico ist eine künstliche, durch die spanischen Ansiedler seit 1607 begonnen; der Pafs, durch welchen der Rio de Bogota oder Funzha, bei Tequendama, die Wasser der Hochebene ausführt, ist ein natürlicher. Mythische Traditionen des Urvolks, der Muyscas, schreiben die Oeffnung dieses Passes und die Entstehung des grofsen Wasserfalles der mächtigen Hand eines Wundermannes, des Botschica (*Bochica*) zu, einem Heliaden, wie Manco-Capac, der die in roher Sitte lebenden Muyscas zum Ackerbau anregte, den Sonnendienst einführte, und, wie in Tübet und Japan, die Obergewalt

unter einen weltlichen Herrscher (Zaque) und einen geistlichen, den Ober-Lama des Sonnentempels von Iraca (bei Sogamoso), theilte. Die Local-Fluth, Bildung und Anschwellung des Sees Funzha wurde durch eine dem Heliaden feindliche weibliche Gestalt, Huythaca, verursacht. Was von dem Menschengeschlechte, das heifst dem Stamme der Muyscas, übrig blieb, rettete sich auf die nahen Berge. Der langbärtige Wundermann Botschica öffnete die Felswand bei Tequendama und Canoas; er trocknet die nun wieder bewohnbare Ebene. Huythaça selbst wird der alle Feuchtigkeit anziehende Mond, welcher nun erst die Erde zu begleiten beginnt. Aehnlichkeit zwischen den drei mythischen Personen, Quelzalcoatl in Mexico, Botschica in Neu-Granada und Manco-Capac in Peru. Die beiden ersteren, nachdem sie ihr Missionsgeschäft vollbracht, enden auf einsamen Bergen, wie Buddha, in selbst aufgelegten strengen Büfsungen. Ueberall hat sich die symbolisirende Menschheit Personificirungen, Repräsentanten der Gesittung, grofse historische Gestalten gedacht, um ihnen, einfach und bequem, als plötzliche Erfindung, Fortschritte der Cultur, geistliche und bürgerliche Einrichtungen, technische Künste und Verbesserung der Mondjahre zuzuschreiben. Was sich allmälig entwickelt hat, wird gedacht als simultan, wie durch fremde Wundermänner oder Ankömmlinge hervorgerufen.

Der *Salto de Tequendama*, um dessen Ursprung sich der geognostische Theil der Mythe dreht, verdankt seinen imponirenden Anblick dem Verhältnifs seiner Höhe (870 Fufs nach Roulin) zur herabstürzenden Wassermasse. Nahe bei dem Salto liegt das Steinkohlenflöz von Canoas, wohl eines der höchsten in der bekannten Welt, aber eben so wenig, als die Steinsalzmassen von Zipaquira, am entgegengesetzten nordöstlichen Endpunkte der Hochebene, ein isolirtes Phänomen. Steinkohlen und Steinsalz wiederholen sich an beiden Abhängen der Cor-

dilleren in sehr verschiedenen Höhen. Sie zeugen, wie die Sandsteinformation, welche ununterbrochen vom Magdalenastrome auf das Plateau von Bogota hinauf-, und dann gegen Osten über dem Rücken (Paramo de Chiguachi) in die Ebenen des Meta und Orinoco hinabsteigt, für die Hebung der ganzen Andeskette. Unter dem Sandstein, der bei Bogota gelblich-weifs, feinkörnig-quarzig und von thonigem Bindemittel ist, in tieferen Punkten aber mit Conglomerat-Schichten wechselt, die eckige Stücke von Lydischem Stein, Thonschiefer und Gneis einschliefsen, ist bis jetzt keine andere Flözformation gesehen worden. Er ruht unmittelbar bald auf Uebergangs-Thonschiefer, bald auf Gneis. Der Sandstein ist mit schwefelhaltigem Gyps, Salzthon und Steinsalz, an andern Punkten mit Schieferthon und Steinkohlenflözen bedeckt. Wenn man die Steinzalz-Niederlagen und Salzquellen auf der Hochebene von Bogota, in der smaragdreichen Provinz Muzo und am östlichen Abhange gegen die *Llanos* von Casanare hin in einem Blicke geographisch zusammengefafst, so zeigen sich gangartige Spalten, die in einer eigenen, aber breiten Zone, von Westen nach Osten, die ganze mächtige östliche Andeskette durchziehen, und in sehr verschiedenen Höhen Steinsalz, gypshaltigen Salzthon und Jod führende Salzquellen an die Oberfläche gebracht haben. Neben den partiellen Bildungen, die nur von dem bedeckt sind, was ihnen selbst zugehört, unterteuft die allgemein verbreitete Sandsteinformation einen grau- und gelblich-weifsen, in regelmäfsige Bänke abgetheilten, dichten, bisweilen Höhlen enthaltenden Kalkstein.

Die Abhandlung des Hrn. v. H., auf ältere Beobachtungen gegründet, beschreibt die Auflagerung dieser Flözformationen in blofsen Raumverhältnissen, ohne sie zu benennen nach dem Parallelismus oder der der Identität mit jetzt wohlerkannten europäischen Typen. Diese Vorsicht schien nöthig zu einer Zeit, wo das Studium

der

zoologischen Kennzeichen und charakterisirenden Fossilien der fast einzig sichere Leiter geworden ist. Soll man jene mächtige Sandsteinformation von Bogota mit Steinkohlen und aufliegenden Gyps- und Steinsalz-Schichten für Todtes-Liegende, jenen Kalkstein an der Felswand von Tequendama für Jurakalk halten, oder hat man hier alte Kreide und Keupersandstein beschrieben? Eine sorgfältige und glückliche Bestimmung der in unseren Sammlungen sich allmälig häufenden Versteinerungen der Andeskette wird bald die Identität der Formationen mit europäischen Typen befriegend aufklären.

XI. *Ueber die Bestimmung des Wasserstoffs bei der Analyse organischer Substanzen;* *von H. Hefs.*

(Aus dem *Bulletin scientifique* der Petersburger Academie, vom Hrn. Verfasser mitgetheilt.)

In der zuletzt erschienenen Lieferung des Wörterbuchs der Chemie [1]), stellt Hr. Liebig als eine Thatsache hin, dafs jede Analyse einen Ueberschufs an Wasserstoff gebe, der bis 0,2 eines Procents (0,002) steigen könne. Er hält diesen Ueberschufs für unabhängig von der Art, wie das Rohr, welches das Chlorcalcium enthält, mit dem Verbrennungsrohr verbunden sey, und leitet den Fehler davon ab, dafs das Chlorcalcium, da es alkalisch reagirt, etwas Kohlensäure zurückhalte [2]). Darauf gestützt zieht Hr. Liebig die Folgerung, dafs jede Analyse, welche genau die von der Formel geforderte Menge Wasserstoff liefere, eben dadurch verdächtig sey.

1) Handwörterbuch der Chemie, von J. Liebig und J. C. Poggendorff, Art. Analyse, S. 378 und 392.

2) Annal. der Pharmacie, Bd. XXIII S. 17.

Ein Ausspruch, welcher eine genaue Arbeit verdächtig zu machen, und ihr eine weniger genaue vorzuziehen sucht, ist von zu großsem Gewicht, als daſs es nicht wünschenswerth seyn sollte, ihn durch directe Versuche entweder zu bestätigen oder zu widerlegen.

Es giebt, glaube ich, wenige Personen, die nicht, bei Beschäftigung mit organischen Analysen, die alkalische Reaction des Chlorcalciums beobachtet, und im ersten Augenblick gefürchtet hätten, ihre Resultate mit einem Fehler behaftet zu sehen.

Um die Thatsache zu bestätigen, nahm ich ein mit Kohlensäure gefülltes Gasometer, welches mit einer Röhre zum Austrocknen des Gases versehen war. An diese wurde ein mit Chlorcalcium gefülltes Rohr angesetzt, dem wiederum ein Kali-Apparat folgte. Das Ganze war wie bei einer Analyse angeordnet, nur mit dem Unterschiede, daſs die Verbrennungsröhre ersetzt war durch ein Gasometer, welches trockne Kohlensäure lieferte. Die Röhre mit Chlorcalcium hatte zwei Kugeln, von denen die eine, die nächste am Gasometer, leer war. In diese Kugel wurde ungefähr 0,5 Grm. Wasser gebracht, und dann die Röhre mit dem Wasser gewägt. Während der Kohlensäure-Strom den Apparat durchstrich, so langsam wie bei einer gewöhnlichen Analyse, wurde das Wasser mittelst einer kleinen Weingeistlampe in Dampf verwandelt und dieser durch den Gasstrom zu dem Chlorcalcium geführt. Letzteres befand sich also genau unter denselben Umständen wie bei einer Analyse. Nachdem 2000 Kubikcentimeter Kohlensäure durch den Apparat geleitet waren, wurde der Versuch geschlossen. Die das Chlorcalcium-Rohr erfüllende Kohlensäure wurde durch Aufsaugen fortgeschaft und das Rohr wieder auf die Wage gelegt. — Es hatte sein Gewicht nicht verändert. — Mein Chlorcalcium reagirte alkalisch, wie gewöhnlich.

Sey es mir bei dieser Gelegenheit erlaubt zu sagen,

dafs ich mich zu diesem Versuch einer vortrefflichen, von unserem geschickten Mechanicus Girgensohn verfertigten Wage bediente. Belastet mit 50 Grm., zeigt diese Wage noch $\frac{1}{8}$ Milligramm mit Genauigkeit an, und damit verbindet sie die wesentliche Eigenschaft, bei mehren Wiederholungen mit derselben Belastung dasselbe Resultat zu geben.

Der angeführte Versuch kann nicht über ein Viertel-Milligramm fehlerhaft seyn, und das bei einer Kohlensäure-Menge, welche der von zwei Analysen gelieferten gleich kommen würde. — Der Ueberschufs an Wasserstoff, den die meisten Analysen liefern, *hängt also nicht nothwendig von einer Absorption der Kohlensäure durch das Chlorcalcium ab.*

Allein unabhängig hievon giebt es noch zwei Fehlerquellen. Eine derselben liegt in den hygroskopischen Eigenschaften des Kupferoxyds. Hr. Liebig glaubt, dafs diese Fehlerquelle durch gewisse Handgriffe vermieden werden könne. Ich halte diefs für unbestreitbar. Die andere Fehlerquelle wäre die Anwendung des Pfropfens zur Verbindung der Verbrennungsröhre. — Viele sehr geschickte Chemiker halten diefs Verfahren für ungenau. Es ist indefs so bequem, dafs ich, nachdem ich es einmal angewandt habe, nur mit gröfstem Widerwillen darauf verzichten möchte. — Hr. L. behauptet, dafs ein in heifsem Sand wohlgetrockneter Kork keine Feuchtigkeit abgebe. Allein bedenken wir wohl, dafs wir bei einem Kork, der, obgleich getrocknet, einem erhitzten Strom von Gas und Wasserdampf ausgesetzt ist, weder eine gewisse Temperatur überschreiten dürfen, damit er keine Feuchtigkeit abgebe, noch unterhalb derselben bleiben dürfen, damit er keine aufnehme. — In Allem diesen liegt also etwas Schwankendes, und obwohl ich überzeugt bin, dafs man durch dieses Mittel ein genaues Resultat erlangen kann, so ist diefs doch immer eine individuelle Ueberzeugung, welche, selbst wenn die ganze

Welt sie theilte, dadurch nicht besser begründet wäre, sobald man nicht durch klare Principien beweisen könnte, dafs die Genauigkeit dieser Verfahrungsweise eine nothwendige Folge der sie begleitenden Umstände sey.

Ich wägte einen Pfropfen vor und nach der Analyse. Er wog:

vorher	0,645
nachher	0,638
Unterschied	0,007.

In diesem Falle würden aber sieben Milligramme 0,25 Procent Wasserstoff entsprechen.

Derselbe Pfropfen, zu einer zweiten Analyse angewandt, wog nach dem Versuch 0,64.

Man sieht also, dafs ein Korkstöpsel, ist er auf einen gewissen Grad von Austrocknung gelangt, eine ziemlich richtige Angabe liefern, oder das Resultat der Analyse nur wenig abändern kann. Ich glaube, dafs man einen grofsen Theil der Nachtheile, welche die Anwendung des Pfropfens darbietet, vermeiden werde, wenn man ihn als integrirenden Theil der Chlorcalcium-Röhre betrachtet, und *diese Röhre, versehen mit dem Pfropfen*, vor und nach der Analyse wägte. In der That ist es alsdann gleichgültig, ob er eine geringe Menge Feuchtigkeit abgiebt, weil sie sich in dem Rohre befindet. Man hat alsdann nichts anderes zu beachten als die Anwendung eines, im gewöhnlichen Sinne, trocknen Pfropfens, und einer Temperatur bei dem Versuch, welche keine anfangende Verkohlung bewirkt. Diese Gränze ist aber so weit, dafs man nur schwierig heraustreten kann.

Kurz ich wünsche gezeigt zu haben, dafs in unseren analytischen Methoden, sobald sie nur wohl ausgeführt werden, keine constante Fehlerquelle vorhanden ist.

XII. *Ueber eine neue Eigenschaft des Bleis in Berührung mit Metallen und Schwefelsäure; von F. F. Runge.*

Die neue Eigenschaft des Bleis besteht darin, das Auflösen anderer Metalle, z. B. Zink und Eisen, in verdünnter Schwefelsäure *zu retardiren, ohne daſs es selbst dabei aufgelöst oder angegriffen wird.* Diese Retardation ist so bedeutend, daſs von zwei gleich groſsen und gleich schweren Stücken Zinkblech, in derselben Säure gleich lange befindlich, dasjenige, welches mit Blei verbunden ist, 13 *weniger* an Gewicht verliert, als das Zinkblech ohne Blei. Dieſs findet namentlich statt, wenn das retardirende Blei gleiche Gröſse mit dem Zinkblech hat, und mit demselben an dem einen Ende durch Löthung verbunden ist. Beträgt das Blei das Doppelte, so ist die Differenz gar 14, bei der Hälfte dagegen 7. Da ich diese Versuche vorläufig mit käuflichem Zink und Blei angestellt habe, so werden diese Zahlen bei Wiederholung mit ganz reinen Metallen einige Abänderung erleiden. Auf den Grad der Säureverdünnung kommt wenig an, jedoch ist es wegen der ruhigen Beobachtung der Erscheinungen am besten, sie mit 8 bis 16 Theilen Wasser verdünnt anzuwenden. Ob die Schwefelsäure durch Rectification gereinigt ist, oder ob man gewöhnliche nimmt, ändert nichts im Wesentlichen des Resultats. Das Blei bleibt bei diesen Versuchen, wenn sie in 60 bis 90 Minuten beendigt sind, vollkommen blank; wo aber ein Versuch mehrere Tage dauert, z. B. wenn man, anstatt mit Zink, mit Eisen experimentirt, welches sich viel langsamer auflöst, da wird die Bleioberfläche nach und nach blind, und überzieht sich mit einer Kruste

schwefelsauren Bleioxyds. Diefs beeinträchtigt natürlich die Wirksamkeit des Bleis.

Wird anstatt der Schwefelsäure verdünnte Chlorwasserstoffsäure in Anwendung gebracht, so findet keine Retardation im Auflösen des Zinks und Eisens statt, das Blei beschleunigt es vielmehr, wirkt also ganz so wie es den bekannten Gesetzen des Elektrochemismus gemäfs ist.

Bei Salpetersäure dagegen ist es anders. Wird der Versuch mit einer Säure angestellt von 1,300 spec. Gew. mit 4 Wasser verdünnt, so löst sich zugleich mit dem Zink auch Blei auf, wie man am besten wahrnehmen kann, wenn man die zusammengelötheten Bleche in einen Glascylinder, das Blei nach unten stellt und diesen nun mit der Säure füllt. Man wird sehr bald die Bildung eines Bleibaums an dem oben befindlichen Zinkblech bemerken.

Damit diese Versuche vollkommen gelingen, ist einige Vorsicht nöthig. Die Zinkbleche müssen aus derselben Platte geschnitten seyn, denn nur bei gleicher Dicke sind gleich grofse Stücke gleich schwer. Dann müssen die Oberflächen derselben gleich blank gescheuert seyn; denn etwas Schmutz oder Fett auf der einen macht schon einen Unterschied in der Auflöslichkeit. Eben so mufs der Theil des einen Stückes Zinkblech in Abrechnung gebracht werden, der durch das Loth bedeckt, also von der Säure nicht berührt wird. Nicht minder mufs das Bleiblech ganz blank seyn; man schabt es daher kurz vor dem Versuche gut ab, und hütet sich es wieder mit blofsen Fingern zu berühren. Endlich wägt man das Zink, welches mit dem Blei zusammengelöthet ist, vor und nach dem Versuch mit diesem zugleich, da eine Abtrennung des Loths nicht gut zu bewerkstelligen ist. Beim Aufhängen in der Säure ist noch zu beachten, dafs die Zinkbleche eine gleiche Höhe in der Flüssigkeit einnehmen müssen, denn läge eins auf dem Boden

des Gefäfses und das andere ragte weiter in die Flüssigkeit hinein, so würden sie mit ungleichen Mengen Säure in Berührung kommen.

XIII. *Ueber eine neue basisch schwefelsaure Thonerde; von Carl Rammelsberg.*

Es ist bekannt, dafs die Schwefelsäure mit der Thonerde sich zu zwei basischen Salzen verbindet, nämlich zu einem *halb basischen* $\overset{\cdots}{\mathrm{As}}\,\overset{\cdots}{\mathrm{S}}^2$, welches gummiähnlich ist, und, nach A. Maus, durch Digestion des neutralen Salzes mit dem folgenden erhalten wird, und einem zweifach-basischen, $\overset{\cdots}{\mathrm{Al}}\,\overset{\cdots}{\mathrm{S}}$, welches pulverförmig erscheint, und sich beim Kochen der Auflösung des vorigen, so wie durch Zersetzung des neutralen vermittelst Ammoniak bildet, und auch im Mineralreich vorkommend, mit dem Namen *Aluminit* bezeichnet wird.

Hr. G. Bauer hatte die Beobachtung gemacht, dafs eine möglichst gesättigte Auflösung von künstlich bereitetem Thonerdehydrat in verdünnter Schwefelsäure, im Laufe mehrerer Jahre, an den Wänden eines damit gefüllten und verschlossenen Gefäfses ein Salz abgesetzt hatte, welches in Wasser wie unlöslich erschien, und von dem er vermuthete, dafs es eine basische Verbindung seyn dürfte. Ich habe Gelegenheit gehabt diese Vermuthung zu bestätigen, und wurde zur näheren Untersuchung des Salzes von Hrn. B. mit dem nöthigen Material versehen.

Die Krusten, in denen sich dieses Salz abgesetzt hatte, bestehen, wie man mit Hülfe der Loupe erkennt, aus einem Aggregat, sehr kleiner, durchsichtiger, prismatischer Krystalle. Auch unter dem Mikroskope bemerkt man nur Krystalle und krystallinische Bruchstücke einer

und derselben Art, wodurch die Annahme, dafs das in Rede stehende Salz (wegen seines ungewöhnlichen Sättigungsgrades) vielleicht ein Gemenge seyn könne, wenn auch nicht durchaus widerlegt, doch sehr unwahrscheinlich wird. Dieselben lösen sich in 30,8 Theilen kochenden Wassers, und in 144 Theilen Wasser von mittlerer Temperatur auf, wodurch sie sich schon sehr, sowohl von dem neutralen, als auch von jenen beiden basischen Salzen unterscheiden. Ziemlich leicht erfolgt ihre Auflösung in verdünnter Chlorwasserstoffsäure oder Salpetersäure. Beim Erhitzen verlieren die Krystalle ihre Durchsichtigkeit, es entweicht Wasser, und bei lebhaftem Glühen auch Schwefelsäure, worauf eine weifse, unschmelzbare Masse zurückbleibt, welche sich nur sehr schwer in Säure auflöst.

2,117 Grm. wurden anhaltend und zuletzt bis zum schwachen Glühen des Platintiegels erwärmt; sie hatten dadurch 0,94 oder 44,402 Proc. verloren. Nach wiederholtem stärkeren Glühen betrug der Verlust 48,418 Proc.; allein es war dabei schon Schwefelsäure entwichen.

1,245 Grm. wurden in verdünnter Chlorwasserstoffsäure aufgelöst, und daraus vermittelst Chlorbaryum 0,995 schwefelsaure Baryterde gefällt, worin 0,342 Schwefelsäure enthalten ist. Die vermittelst Schwefelsäure vom überschüssigen Baryt befreite Flüssigkeit (wobei ein Uebermaafs von jener möglichst vermieden wurde), mit Ammoniak vermischt, lieferte 0,332 Thonerde, die sich bei der Prüfung frei von Schwefelsäure erwiesen. Das Filtrat gab nach dem Verdampfen und Glühen einen geringen Rückstand, der aus 0,008 Gips, entsprechend 0,0033 Kalkerde, und einer sehr geringen Menge Kali bestand. Demnach enthalten 100 Theile des Salzes:

Schwefelsäure	27,469	worin	16,44	Sauerstoff
Thonerde	26,666	-	12,45	-
Wasser	45,865	-	41,66	-
	100.			

Da die Sauerstoffmengen in dem Verhältniſs von 4 : 3 : 10 stehen, so giebt dieſs für das Salz die Formel $\dddot{Al}^3 \dddot{S}^4 + \dot{H}^{30}$, welche erfordert:

Schwefelsäure	27,439
Thonerde	26,375
Wasser	46,186
	100.

Vielleicht ist aber zweckmäſsiger, die Zusammensetzung dieses Salzes durch

$$\dddot{Al}\,\dddot{S}^2 + 2\dddot{Al}\,\dddot{S} + \dot{H}^{30}$$

auszudrücken, wodurch sie in sofern einfacher wird, als nun das bei den schwefelsauren Salzen ungewöhnliche Verhältniſs des Sauerstoffs der Basis zu dem der Säure $=3:4$ fortfällt, und das neue Salz statt dessen als eine Verbindung der beiden zuvor erwähnten basischen erscheint.

Ich muſs hier noch erwähnen, daſs Phillips [1]) an der Auflösung von schwefelsaurer Thonerde ebenfalls die Absonderung eines Salzes bemerkt hat, welches indeſs gallertartig und unauflöslich war, und, nach seiner Untersuchung, ungefähr die Zusammensetzung des Aluminits haben würde.

XIV. *Ueber das Verhalten der nicht flüchtigen organischen Säuren gegen Auflösungen von Eisenoxyd und Kaliumeisencyanür;*
von Heinrich Rose.

Die nicht flüchtigen organischen Säuren unterscheiden sich von den flüchtigen bekanntlich auffallend hinsichtlich ihres Verhaltens gegen sehr viele Basen, besonders

1) Phillips, *Annals of Philosph. IV*, p. 280.

gegen Eisenoxyd, indem diese bei Gegenwart von nicht flüchtigen organischen Säuren durch Alkalien nicht gefällt werden, wenn sie bei Abwesenheit derselben auch vollständig durch dieselben niedergeschlagen werden können. Die Gegenwart flüchtiger organischer Säuren verhindert die Fällung jener Basen durch Alkalien nicht.

Ein anderes charakteristisches Verhalten der nicht flüchtigen organischen Säuren ist das gegen eine Auflösung von Kaliumeisencyanür bei Gegenwart von Eisenoxyd.

Wenn eine flüchtige organische oder unorganische Säure Eisenoxyd aufgelöst enthält, so wird in dieser Auflösung bekanntlich bei einem Zusatze einer Auflösung von Kaliumeisencyanür Berlinerblau gefällt. Diefs geschieht auch selbst dann noch, wenn man durch einen Zusatz von etwas Ammoniak oder von einem anderen Alkali die Eisenoxydauflösung basisch gemacht hat, so aber, dafs sich noch kein Eisenoxydhydrat abgeschieden hat (die basischen Salze des Eisenoxyds mit flüchtigen Säuren sind, wenn sie nicht zu basisch sind, noch im Wasser auflöslich). — Setzt man mehr Ammoniak hinzu, so dafs das Eisenoxydhydrat völlig gefällt wird, so wird durch einen Zusatz von Kaliumeisencyanür ein dunkler rothbrauner Niederschlag von einem basischen Eisenoxydsalze gefällt, der immer entsteht, wenn Berlinerblau mit Ammoniak behandelt wird.

Wird hingegen zu irgend einer Eisenoxydauflösung eine nicht flüchtige organische Säure gesetzt, wie Weinstein-, Trauben-, Citronen- oder Aepfelsäure, und fügt man darauf Ammoniak in sehr geringer Menge hinzu, so dafs die Eisenoxydauflösung nur etwas basisch wird, so erfolgt durch Kaliumeisencyanür-Auflösung keine Fällung von Berlinerblau. Setzt man einen grofsen Ueberschufs von Ammoniak hinzu, so wird nichts niedergeschlagen und die Auflösung bleibt klar. Nur wenn zu wenig der nicht flüchtigen organischen Säure vorhanden

ist, entsteht eine braune Farbe, aber keine Fällung. Die Ausscheidung von Berlinerblau erfolgt erst, wenn die Flüssigkeit durch irgend eine Säure, auch durch eine nicht flüchtige organische Säure, sauer gemacht wird. Dieselben Erscheinungen zeigen sich auch, wenn die organischen nicht flüchtigen Säuren mit Eisenoxyd zu basischen auflöslichen Salzen verbunden sind, und zu dieser Auflösung Kaliumeisencyanür hinzugefügt wird. Es entsteht dann kein Berlinerblau; wohl aber wenn die Verbindung neutral oder sauer war. Diefs ist der Grund, weshalb die Auflösungen des gereinigten Eisenweinsteins (*Tartarus martiatus*) und des unreinen äpfelsauren Eisenoxyds (*Extractum ferri pomati*) der Pharmaceuten bisweilen mit Kaliumeisencyanür-Auflösungen Berlinerblau erzeugen; häufiger indessen nicht, weil gewöhnlich diese Verbindungen basische sind. — Eben so wie nicht flüchtige organische Säuren verhalten sich die nicht flüchtigen, im Wasser auflöslichen, nicht sauren organischen Substanzen, wie Zucker.

Aber auch die Phosphorsäure und die Arseniksäure zeigen ein ganz gleiches Verhalten. Werden die Verbindungen derselben mit Eisenoxyd in Ammoniak aufgelöst, so bleibt die Auflösung beim Zusatz von Kaliumeisencyanür unverändert, und nur erst durch Uebersättigung vermittelst einer Säure erzeugt sich Berlinerblau.

XV. *Ueber die von Hrn. Prof Strehlke gemachte Bemerkung rücksichtlich des Coëfficienten der Luftausdehnung. Schreiben an den Herausgeber vom Prof. F. Rudberg.*

Upsala, d. 14. April 1838.

— Im Bande XXXXII S. 175 Ihrer schätzbaren Annalen macht Hr. Prof. Strehlke die Bemerkung, dafs derselbe

Coëfficient, den ich für die Ausdehnung der trocknen Luft durch die in diesen Annalen (Bd. XXXXI S. 271 etc.) beschriebenen Versuche erhalten habe, schon seit vielen Jahren von Bessel aus Beobachtungen über die Gröfse der astronomischen Refraction bei verschiedenen Temperaturen hergeleitet, und in den *Tabulis Regiomontanis* veröffentlicht worden sey. Ich mufs gestehen, den eigentlichen Sinn der Bemerkung des Hrn. Prof. Strehlke nicht recht einsehen zu können; denn *der von mir angegebene Werth*, 0,3646, *gilt für die Ausdehnung der trocknen Luft zwischen* 0° *und* 100°, *wogegen der von* Bessel *angegebene Werth*, 0,36438, *der ist, welchen er am passendsten zu den Formeln gefunden hat, um die von der Temperatur bedingte Veränderung der astronomischen Refractoin beim mittleren Feuchtigkeitszustand der Atmosphäre in Uebereinstimmung mit den Beobachtungen darzustellen.* Diese beiden Zahlen, obgleich zufälligerweise einander fast gleich, haben mithin eine ganz verschiedene Bedeutung. Bessel selbst sagt in der Vorrede zu den *Tabulis p. LX:* »*Quum Refractionis variationes, a temperatura profectas, ex observationibus* 56 *Stellarum, quarum distantia zenithalis* 60° *transcenderet, determinare operam dedissem, inveni, densitatem aëris in temperatura* x *pro scala centesimali Thermometri sumendam esse:*

$$=\frac{1}{1+0{,}0036438\,.\,x}$$

ut observationes quam accuratissime representarentur. Hunc quidem coëfficientem Cel. Gay-Lussac *invenit* =0,00375 *sed quum hic pro aëre sicco, cujus majores fere sunt respectu refractiones variationes, quam aëris humore satiati, numerus inventus a me medio cuidam humoris statui respondet, ita, ut, posito hoc statu, hic cum illo consentiat numerus.*« Ferner sagt Derselbe in den 1823 gedruckten astronomischen Beobachtungen in Königsberg für das Jahr 1822, Einleitung, 3. Abschnitt,

S. x und xi: »La Place *hat Bd. IV S. 275 der Mec. Cel. den Einfluſs des Wasserdampfs auf die Strahlenbrechung zu berechnen gelehrt; setzt man die Constante für 0m,76 Barom. und den Eispunkt =60″,303 voraus, so ist sie, bei der Temperatur von x Centesimalgraden:*

1) *unter Voraussetzung der ganz trocknen Luft:*

$$= \frac{60'',303}{1+0,00375\,.\,x}$$

2) *unter der Voraussetzung der Sättigung mit Wasserdampf:* $= \frac{60'',224+11'',629\,.\,z}{1+0,00375\,.\,x}$,

wo, nach La Place:

$$\log z = -0,0154547(100-x) - 0,0000625826(100-x)^2$$

Diese beiden Hypothesen geben daher für Temperaturen, welche in Königsberg vorzukommen pflegen, den Werth der Constanten:

x	Hypoth. 1.	Hypoth. 2.
−10°	62″,653	62″,624
0°	60 ,303	60 ,303
+10°	58 ,123	58 ,189.
	etc.	*etc.*

woraus hervorgeht, daſs die Strahlenbrechung in der zweiten Hypothese kleinere Veränderungen erleidet, als in der ersten; die in jener berechneten Zahlen würde man durch die Formel:

$$\frac{60'',330}{1+0,003566\,.\,x}$$

am nächsten darstellen können; diese würde also den Tafeln zum Grunde gelegt werden müssen, wenn die zweite Hypothese die richtige wäre, und man dennoch die gewöhnliche Form der Rechnung beibehalten wollte. Wenn man nicht die jedesmal wirklich vorhandene Menge des Wasserdampfs messen und in Rechnung bringen will, welches auf den Sternwarten noch nicht üblich ist, so wird man dadurch, daſs man eine V e r ä n d e r u n g

annimmt, welche irgendwo zwischen 0,003566 *und* 0,00375 *liegt, sich den Beobachtungen mehr nähern, als durch die Annahme der letzteren Zahl; die anzunehmende Veränderung hängt aber von dem mittleren Verhältnifs des in der Atmosphäre enthaltenen Wasserdampfs zu dem zur Sättigung erforderlichen ab, und wird, da über dieses noch keine genügende directe Erfahrungen vorhanden sind, am sichersten aus den astronomischen abgeleitet werden können.«* Dieses hat Bessel gethan, und als, wie er (l. c. Einleitung, S. xxvi) sagt: »*das Verhältnifs der Dichtigkeiten der Luft beim Sied- und Eispunkte, so wie man es annehmen mufs, um die Veränderung der Strahlenbrechung möglichst genau darzustellen,*« durch 1 : 1+g ausgedrückt ward, bekam er g=0,36438. Er macht hierbei die Bemerkung: »*Wenn man annimmt, dafs der mittlere Zustand der Feuchtigkeit der Luft etwa das Mittel zwischen Trockenheit und Sättigung hält, so ist, nach dem* 3. *Abschnitte* (d. h. dem kurz vorhin angeführten Auszuge), *diese Bestimmung mit der von* Gay-Lussac *in naher Uebereinstimmung.*«

Ich halte es nicht für nöthig, mich weiter hierüber auszulassen, besonders da, wenn Hrn. Prof. Strehlke's Bemerkung die wirkliche Ausdehnung der trocknen Luft betreffen soll, es vollends unerklärbar scheint, weshalb vom Jahre 1823 (in welchem die eben citirten Königsberger Beobachtungen gedruckt sind) bis zum Jahre 1837, d. h. während etwa *vierzehn* Jahre, die Unrichtigkeit des Gay-Lussac'schen Coëfficienten in ganz Europa unbekannt geblieben sey. Dieses ist noch auffallender, wenn man sich erinnert, dafs in dem von Dove und Moser, unter Mitwirkung mehrerer anderen Gelehrten, worunter Hr. Prof. Strehlke sich auch befindet, herausgegebenen, und in Berlin 1837 gedruckten ersten Bande des *Repertoriums der Physik* eine Abhandlung von Bes-

sel »über Reductionen der Wägungen,« S. 13 etc. eingerückt ist, in der man bei allen Formeln den Gay-Lussac'schen Coëfficienten, 0,00375 beibehalten findet.

XVI. *Ueber zwei neue Kobalt-Mineralien von Skutterud in Norwegen.*

(Aus einem Briefe vom Prof. Wöhler an den Herausgeber.)

— Ich war im Begriff, Ihnen eine kleine Abhandlung über zwei neue Kobalterze von Skutterud in Norwegen, deren Analyse ich schon vor längerer Zeit beendigt hatte, mitzutheilen, als ich das zwölfte Heft der Annalen erhielt [1]), und darin dieselben Mineralien von Scheerer zu Modum ausführlich beschrieben fand. Unsere Analysen stimmen so nahe überein, dafs sie zu denselben Zusammensetzungsformeln führen, sich also gegenseitig bestätigen.

Das eine, das arsenikkiesartige, welches auch genau die Form des gewöhnlichen Arsenikkieses hat, und sich nur durch seine, dem Kobaltglanz ähnliche, wiewohl viel undeutlicher röthliche Farbe von ihm unterscheidet, ist in der That nichts Anderes, als ein Arsenikkies, worin ein Theil des Eisens durch in verschiedenen Krystallen etwas ungleiche Mengen von Kobalt ersetzt ist. Für die von mir untersuchten Krystalle fand ich folgende procentische Zusammensetzung:

Eisen	30,91
Kobalt	4,75
Schwefel	17,78
Arsenik	47,45.

Man könnte dieses Mineral, zur Unterscheidung von dem gewöhnlichen Arsenikkies, *Kobaltarsenikkies* nennen. — Alle Krystalle, welche ich untersucht habe, selbst

1) Bd. XXXXII S. 546.

die ausgebildetsten und anscheinend reinsten, waren mit klarem, krystallinischen Quarz durchwachsen, mehrentheils in der Art; dafs diese Einmengung äufserlich nicht sichtbar war, aber bei der Auflösung *ganzer* Krystalle in Königswasser in zusammenhängenden, krystallinischen Stücken zurückblieb. Aufserdem blieben dabei noch kleine, schwarze, glänzende Flitter ungelöst, die ganz das Ansehen von Graphit hatten, und wirklich auch nichts Anderes waren. Ich habe in diesem unlöslichen Rückstand selbst noch ein drittes Mineral in sehr harten, bräunlichgelben, aber ganz mikroskopischen Krystallen beobachtet, welches gewifs kein Quarz ist, über dessen Natur aber nichts zu entscheiden war.

Das zweite Mineral, für welches Scheerer den wenig passenden Namen »*Arsenikkobaltkies*« vorschlägt, von licht bleigrauer Farbe, bestimmt verschiedene von der des Speiskobalts, theils derb mit schaligem Bruch, theils sehr schön krystallisirt in Formen des Würfels, die Krystalle öfters zusammengewachsen mit Krystallen von Kobaltglanz, ist ein Speiskobalt mit $\frac{1}{3}$ Arsenik mehr als im gewöhnlichen. Nach meiner Analyse enthielt

	das krystallisirte:	das derbe:
Kobalt	18,5	19,5
Eisen	1,3	1,4
Arsenik	79,2	79,0
	99,0	99,9.

Läfst man die unwesentliche Einmischung von Arsenikeisen unberücksichtigt, so entspricht diese Zusammensetzung der Formel $Co As^3$, welche Verbindung 20,74 Kobalt und 79,26 Arsenik enthalten müfste.

Keines dieser Mineralien enthält Nickel, diesen so beständigen Begleiter des Kobalts; wenigstens habe ich es in den kleinen Mengen Minerals, wie man sie zu Analysen anzuwenden pflegt, nicht auffinden können.

1838. ANNALEN No. 4.
DER PHYSIK UND CHEMIE.
BAND XXXXIII.

I. *Untersuchungen über den Holzgeist; von Salomon Weidmann und Eduard Schweizer in Zürich.*

Wenige organische Verbindungen erfreuen sich fast so vieler zahlreicher Untersuchungen wie der Holzgeist. Der Zweck dieser Untersuchungen war, theils seine physikalischen Eigenschaften in seiner Zusammensetzung zu ermitteln, theils die eigentliche chemische Natur derselben in's Klare zu bringen.

Taylor, Colin, Macaire und Marcet, Gmelin, Reichenbach, Liebig, Dumas und Peligot und Kane haben sowohl in Beziehung auf die physikalischen Charaktere als über die Zusammensetzung des Holzgeistes mehr oder weniger ausführliche Untersuchungen angestellt. Ihre Resultate weichen aber so sehr von einander ab, dafs sogleich klar werden mufs, dafs sie mit verschiedenen Stoffen operirten.

Was die äufseren Charaktere anbetrifft, so weichen, um nur eines zu erwähnen, die Angaben sämmtlicher Chemiker über den Siedpunkt von einander ab; das Gleiche gilt auch von den Angaben über die Zusammensetzung. So hat Liebig [1]) eine Analyse geliefert, welche von dem Resultat, das Dumas und Peligot [2]) mitgetheilt, ganz verschieden ist, und Macaire und Marcet [3]) bekamen ein Resultat, das zwischen den beiden genannten

1) Poggend. Annal. Bd. XXVII S. 613.

2) Ebendaselbst, Bd. XXXVI S. 88.

3) *Bibl. univers. XXIV, p.* 126; und Gmelin's Handb. der Chemie, 3. Aufl. Bd. II S. 345.

Analysen ungefähr in der Mitte liegt. Kane hat einen Holzgeist untersucht, welcher dieselbe Zusammensetzung hatte, wie der von Dumas und Peligot analysirte; er bestätigte aber auch durch die Analyse einer Probe, die er von Liebig erhalten hatte, die Existenz der von demselben analysirten Substanz [1]).

Dumas und Peligot suchten, von der Zusammensetzung des Holzgeistes, welche sie gefunden hatten, ausgehend, die eigentliche chemische Natur derselben festzustellen. Sie stellten eine Reihe neuer Verbindungen dar, und suchten den Holzgeist und diese Verbindungen in vollkommene Analogie mit dem Weingeiste und den Aetherarten zu bringen. Von gleichen Ansichten ausgehend, wurden hierauf von mehreren Chemikern, wie von Kane [2]), Gregory [3]), Aimé [4]), Laurent [5]) Untersuchungen über denselben Gegenstand vorgenommen, welche besonders den Zweck hatten, die Lücken auszufüllen, die sich in der aufgestellten Reihe vorfanden.

Nachdem bereits so viele ausgezeichnete Chemiker sich mit dem Holzgeiste beschäftigt hatten, und namentlich durch die Untersuchungen von Dumas und Peligot dieser Gegenstand erschöpft zu seyn schien, würden wir schwerlich zu unserer ersten wissenschaftlichen Arbeit diesen Gegenstand gewählt haben, wenn wir nicht durch das verschiedene Verhalten des Kaliums zu Weingeist und Holzgeist, welches von Hrn. Prof. Löwig [6]) untersucht und in neuester Zeit bekannt gemacht würde,

1) Annalen der Pharmacie, Bd. XIX S. 180.

2) Annalen der Pharmacie, Bd. XIX S. 164.

3) Ebendaselbst, Bd. XV S. 239.

4) Erdmann's Journ. f. pr. Chemie, Bd. XII S. 62. 188.

5) Ebendaselbst, Bd. IX S. 423, und *Annales de chim. et de phys. T. LXV p.* 294.

6) Poggend. Annalen, Bd. XXXXII S. 399.

angeregt worden wären, nachzuweisen, ob die Analogie zwischen Holzgeist und Weingeist in der That so grofs sey, als von Dumas und Peligot angegeben wurde.

Roher Holzgeist.

Der Holzgeist, den wir zu unseren Untersuchungen anwandten, erhielten wir aus einer Holzessigfabrik im Kanton Zürich. Derselbe zeigte, obgleich er schon einmal vom Fabrikanten selbst über gebrannten Kalk rectificirt worden war, eine tiefbraune Farbe, besafs einen unangenehmen brenzlichen Geruch und Geschmack, und brannte mit einer schwach leuchtenden Flamme. Um ihn zu reinigen, wurde er so lange über gebrannten Kalk rectificirt, bis das Destillat farblos erschien, und beim Vermischen mit Wasser keine milchichte Trübung mehr zeigte, herrührend von dem schon von Kane [1]) näher beschriebenen eigenthümlichen Oele. Zur Analyse selbst wurde, um sicher zu seyn, dafs alles Oel entfernt war, nur das zuerst Uebergegangene verwandt, nachdem es zuvor abermals unter gebrannten Kalk rectificirt worden war.

0,419 Substanz gaben:

Kohlensäure	0,773	=	Kohlenstoff	0,2137
Wasser	0,407	=	Wasserstoff	0,0452.

Folglich enthalten 100 Theile:

Kohlenstoff	51,00
Wasserstoff	10,79
Sauerstoff	38,21
	100,00.

Dieses Resultat stimmt weder mit der von Liebig, noch mit der von Dumas und Peligot angegebenen Zusammensetzung überein. Die Ursache dieser Verschiedenheit liegt, wie wir später gefunden haben, darin, dafs der, nach der angegebenen Methode gereinigte Holzgeist,

1) Annalen der Pharmacie, Bd. XIX S. 164.

einer Methode, der sich jedoch Dumas und Peligot auch bedienten, ein Gemenge war des von Liebig, und des von Dumas und Peligot analysirten Holzgeistes.

Um keine Verwechslung zu veranlassen, werden wir mit dem Namen *Holzgeist* diejenige Substanz bezeichnen, welche von Dumas und Peligot untersucht worden ist; für den Liebig'schen Holzgeist haben wir den Namen *Xylit* gewählt, und uns der von Kane vorgeschlagenen Bezeichnung *Formosal* nicht bedient, weil dieselbe sich auf eine reine Hypothese gründet, die wenigstens durch unsere Untersuchungen keine Bestätigung erhalten hat.

Schon Kane hat gefunden, dafs der Holzgeist mit dem Chlorcalcium sich in einem bestimmten Verhältnisse vereinigen kann; diese Verbindung kann sehr gut einer Temperatur von 100° ausgesetzt werden, und da der Xylit eine ähnliche Verbindung nicht zu bilden vermag, so ist durch das Chlorcalcium eine Trennung beider Substanzen, wenn sie zusammen vorkommen sollten, zu bewerkstelligen.

Wir sättigten daher den auf die oben angegebene Weise über gebrannten Kalk rectificirten Holzgeist mit Chlorcalcium, und destillirten die so erhaltene Auflösung im Wasserbade so lange, bis bei 100° nichts mehr überging. Das Uebergegangene wurde abermals mit Chlorcalcium gesättigt, wieder destilirt, und diese Operation drei bis vier Mal wiederholt. Wir sorgten jedesmal dafür, dafs die Destillation immer so lange fortgesetzt wurde, bis bei der angegebenen Temperatur nichts mehr überdestillirte, um jede Verunreinigung des mit dem Chlorcalcium in Verbindung getretenen Holzgeistes durch Xylit zu verhindern.

Holzgeist.

Die in der Blase zurückgebliebene Masse wurde mit der doppelten Menge Wasser im Wasserbade destillirt.

Die ersten Portionen, welche übergingen, enthielten gröfstentheils reinen Holzgeist, in dem später folgenden hingegen war von dem flüchtigen Oele enthalten, was sich durch Vermischung mit Wasser zu erkennen gab, und das zuletzt Uebergehende war so reich beladen, dafs die Flüssigkeit ganz milchig war, und in der Ruhe grofse Oeltropfen absetzte. Das zuerst Uebergegangene wurde mehrmals über gebrannten Kalk rectificirt, und dabei die Vorsicht gebraucht, dafs immer zu den nächstfolgenden Destilllationen nur dasjenige genommen wurde, was bei der früheren zuerst übergegangen war. Zuletzt wurde ein Holzgeist erhalten, welcher alle die Eigenschaften besafs, welche Dumas und Peligot von demselben erwähnen. Sein Siedpunkt war constant bei 66°,5, und die Elementaranalyse stimmte gleichfalls vollkommen mit der von Dumas und Peligot aufgestellten Formel überein.

0,381 Substanz gaben:

Kohlensäure	0,516	=	Kohlenstoff	0,1427
Wasser	0,439	=	Wasserstoff	0,0488

Demnach enthalten 100 Theile:

Kohlenstoff	37,46
Wasserstoff	12,80
Sauerstoff	49,74
	100,00.

Oder:

			Berechnet.
2 At.	Kohlenstoff	152,870	37,97
8 -	Wasserstoff	49,918	12,40
2 -	Sauerstoff	200,000	49,63
1 At.	Holzgeist	402,788	100,00.

Verhalten des Holzgeistes zur Schwefelsäure.

Werden Holzgeist und Schwefelsäure mit einander gemischt, so findet unter Wärmeentwicklung eine braune

Färbung statt, und zugleich entsteht die von Dumas und Peligot unter dem Namen Schwefelmethylensäure beschriebene Verbindung.

Ein Gemenge von gleichen Theilen Holzgeist und Schwefelsäure liefert, der Destillation unterworfen, im Anfange unveränderten Holzgeist, später entwickelt sich schweflige Säure, und zugleich erscheint ein leichtes Oel und Essigsäure, und öfters auch eine kleine Menge von schwefelsaurem Methylen.

Werden 4 Th. Schwefelsäure mit 1 Th. Holzgeist gemischt, so färbt sich die Masse stark dunkelbraun und nimmt eine dickflüssige Consistenz an. Bei der Destillation dieser Mischung wird das leichte Oel nicht gebildet, es geht fast kein unveränderter Holzgeist über, und das Destillat besteht aus einer wäſsrigen leichten, und einer öligen schwereren Schicht. Die letztere ist ein Gemenge von schwefelsaurem und essigsaurem Methylen und schwefliger Säure; die erstere enthält Essigsäure, essigsaures Methylen, schweflige Säure, Wasser und eine geringe Menge unzersetzten Holzgeistes; eine groſse Menge schwefliger Säure entweicht als Gas. Während der Destillation bläht sich die Masse, sobald das Kochen beginnt, stark auf, und droht jeden Augenblick überzusteigen.

Wird ein Gemenge von 10 Th. Schwefelsäure und 1 Th. Holzgeist der Destillation unterworfen, so werden dieselben Producte erhalten, nur mit dem Unterschiede, daſs eine viel beträchtlichere Menge von schwefelsaurem Methylen entsteht, während nur sehr wenig von der essigsauren Verbindung gebildet wird. Das schwefelsaure Methylen destillirt fast ganz farblos über, ist jedoch reich beladen mit schwefliger Säure; die Destillation geht ruhig und ohne Aufblähen von Statten.

Bei allen diesen Destillationen bleibt eine schwarze kohlige Masse in groſser Menge in der Retorte zurück.

Das leichte Oel, welches durch Destillation von Holzgeist mit Schwefelsäure erhalten wird.

Dieses Oel, welchem wir den Namen *Methol* geben, besitzt in seinem rohen Zustande eine dunkelgelbe Farbe. Um es rein zu erhalten, wurde es von der wäfsrigen Flüssigkeit getrennt, mit Kali, zur Entfernung der schwefligen Säure, geschüttelt, dann auf Chlorcalcium gestellt, und zuletzt über gebrannten Kalk destillirt. Da das zuerst Uebergegangene noch Holzgeist enthalten konnte, so wurde es entfernt, und eben so die letzten Antheile, welche eine gelbliche Farbe zeigten. In seinem reinen Zustande stellt dieses Oel eine farblose Flüssigkeit dar, die ungefähr bei 175° siedet, und in allen übrigen physikalischen Eigenschaften mit dem Oele übereinstimmt, welches bei der Reinigung des rohen Holzgeistes erhalten wird, und von Kane näher beschrieben und analysirt worden ist. Die Identität dieser Stoffe wurde auch durch die Analyse vollständig nachgewiesen.

I. 0,453 Substanz gaben:

Kohlensäure	1,359	=	Kohlenstoff	0,3758
Wasser	0,417	=	Wasserstoff	0,0463.

100 Th. enthalten demnach:

Kohlenstoff	82,95
Wasserstoff	10,23
Sauerstoff	6,82
	100,00.

II. 0,280 Substanz gaben:

Kohlensäure	0,850	=	Kohlenstoff	0,2350
Wasser	0,264	=	Wasserstoff	0,0293

In 100 Theilen:

Kohlenstoff	83,93
Wasserstoff	10,47
Sauerstoff	5,60.

Auf Atome berechnet:

			Berechnet.
20 At.	Kohlenstoff	1528,700	84,18
30 -	Wasserstoff	187,192	10,32
1 -	Sauerstoff	100,000	5,50
1 At.	Methol	1815,892	100,00.

Schwefelsaures Methylen.

Diese Verbindung stellten wir uns nach der von Dumas und Peligot gegebenen Vorschrift dar, nämlich durch Destillation von 1 Th. Holzgeist mit 10 Th. Schwefelsäure. Das rohe Product wurde einige Male mit Wasser geschüttelt zur Entfernung der Schwefelsäure, kleiner Antheile essigsauren Methylens, und der schwefligen Säure, hierauf auf Chlorcalcium gestellt, und dann einige Male über gebrannten Kalk rectificirt; die zuerst übergegangenen Theile wurden abgesondert. So gereinigt erscheint das schwefelsaure Methylen als ein farbloses, unangenehm riechendes, schweres Oel, und besitzt die von Dumas und Peligot angegebenen Eigenschaften.

Wir bestimmten blofs den Gehalt an Schwefelsäure: die Verbindung wurde mit einer concentrirten Kalilösung längere Zeit digerirt, die Flüssigkeit zur Trockne abgedampft und der Rückstand bis zum ruhigen Schmelzen erhitzt; die Salzmasse wurde hierauf in Wasser gelöst, mit Salzsäure übersättigt und die Schwefelsäure durch Chlorbarium gefällt.

0,486 Grm. schwefelsaures Methylen gaben 0,900 Grm. schwefelsauren Baryts =0,3093 Schwefelsäure, folglich enthalten 100 Th. 63,64 Schwefelsäure; der Theorie nach müfsten 63,31 Schwefelsäure erhalten werden.

Da unser Resultat so genau hiemit übereinstimmt, und wir im Verlaufe unserer Untersuchung keine Gründe fanden, an den von Dumas und Peligot erhaltenen

Resultaten zu zweifeln, so unterliefsen wir eine Elementaranalyse.

Wird das schwefelsaure Methylen mit Wasser einer Destillation unterworfen, so bleibt in der Retorte eine Auflösung von Schwefelmethylensäure, während eine Flüssigkeit von milchigem Ansehen überdestillirt, auf welcher sich nach einiger Zeit einzelne Oeltropfen absondern. Dieselben zeigen einen ähnlichen aromatischen Geruch, wie das Methol. In der von dem Oele getrennten Flüssigkeit konnte weder durch die vorsichtigste Destillation für sich, noch über Chlorcalcium, noch über gebrannten Kalk auch nicht eine Spur von Holzgeist nachgewiesen werden, und doch hätte dieser Körper, nach der Theorie von Dumas und Peligot, in nicht unbedeutender Menge erscheinen müssen.

Das Kali zersetzt das schwefelsaure Methylen auf gleiche Weise wie das Wasser; aufser einem Kalisalz und dem genannten Oele konnte kein anderes Product erhalten werden.

Kleesaures Methylen.

Die kleesaure Verbindung wurde durch Destillation von 1 Th. Holzgeist, 1 Th. Kleesalz und 2 Th. Schwefelsäure erhalten. Zuerst geht etwas unzersetzter Holzgeist über, sobald aber das Kochen beginnt, sublimirt eine weifse krystallinische Substanz, und zwar ohne Entwicklung von schwefliger Säure. Läfst die Bildung des kleesauren Methylens nach, so bildet sich eine grofse Menge schwefliger Säure, Essigsäure, etwas Methol und bisweilen auch kleine Mengen von schwefelsaurem Methylen. Um das erhaltene kleesaure Methylen zu reinigen, wurde es zuerst so lange zwischen Filtrirpapier geprefst, bis dasselbe nichts mehr einsog, und dann bei gelinder Wärme über etwas Bleioxyd sublimirt. Das reine kleesaure Methylen besafs alle physikalischen Ei-

genschaften, welche Dumas und Peligot von demselben angeben. Die Analyse gab folgende Resultate:

I. 0,411 Substanz gaben:

Kohlensäure	0,611	=	Kohlenstoff	0,1689
Wasser	0,190	=	Wasserstoff	0,0211

Folglich in 100 Theilen:

Kohlenstoff	41,10
Wasserstoff	5,13
Sauerstoff	53,77
	100,00.

II. 0,570 Substanz gaben:

Kohlensäure	0,855	=	Kohlenstoff	0,2364
Wasser	0,263	=	Wasserstoff	0,0292

Auf 100 Th. berechnet:

Kohlenstoff	41,05
Wasserstoff	5,23
Sauerstoff	53,72
	100,00.

Nach Atomen berechnet:

			Berechnet.
4 At.	Kohlenstoff	305,74	41,18
6 -	Wasserstoff	37,44	5,04
4 -	Sauerstoff	400,00	53,78
1 At.	klees. Methylen	743,18	100,00.

Wird das kleesaure Methylen mit Wasser behandelt, so löst sich anfangs ein Theil unzersetzt auf, nach mehreren Stunden jedoch ist die Zersetzung vollständig von Statten gegangen; eine höhere Temperatur beschleunigt dieselbe. Bei dieser Zersetzung bildet sich ein Oel, welches in seinen äufseren Eigenschaften mit dem übereinkommt, welches bei der Zerlegung des schwefelsauren Methylens schon erwähnt worden ist; aufserdem wird eine wäfsrige Auflösung der Kleesäure erhalten. Die

Quantität des Oeles beträgt bei der Zersetzung der kleesauren Verbindung bei weitem mehr, als bei der der schwefelsauren. Holzgeist konnte gleichfalls keine Spur nachgewiesen werden. Da wir uns selbst den Einwurf machten, dafs vielleicht eine gewisse Menge Methol mechanisch in der kleesauren Verbindung enthalten seyn konnte, so haben wir alle mögliche Sorgfalt darauf verwandt, um die Verbindung in der gröfsten Reinheit zu erhalten. Wir haben grofse Quantitäten theils durch Wasser, theils durch wäfsriges Kali zersetzt, und die zersetzte Masse einer Destillation unterworfen. Wir haben die ersten Antheile für sich gesammelt, diese wiederholten Rectificationen unterworfen, theils für sich, theils über gebrannten Kalk und über Chlorcalcium. Wir haben den Versuch häufig wiederholt, und sind niemals im Stande gewesen, auch nur ein wenig Holzgeist nachzuweisen. Immer ging eine milchige Flüssigkeit über, auf welcher sich in der Ruhe die genannten Oeltropfen absonderten.

Wird die kleesaure Verbindung mit wäfsrigem Ammoniak behandelt, so bildet sich, wie auch Dumas und Peligot beobachteten, Oxamid.

Analyse des durch Zersetzung der kleesauren Verbindung erhaltenen Oeles.

Das auf die angegebene Weise dargestellte Oel zeigt ungefähr das spec. Gewicht des Wassers, und scheidet sich deshalb nur äufserst langsam von demselben ab. Es besitzt einen dem Methol ähnlichen, aber stärkeren aromatischen Geruch. Durch Verbrennung mit Kupferoxyd wurden folgende Resultate erhalten:

I. 0,288 Substanz gaben:

Kohlensäure	0,832	=	Kohlenstoff	0,2300
Wasser	0,364	=	Wasserstoff	0,0404.

Folglich in 100 Theilen:

Kohlenstoff	79,86
Wasserstoff	14,03
Sauerstoff	6,11
	100,00.

II. 0,274 Substanz gaben:

Kohlensäure	0,798	=	Kohlenstoff	0,2206
Wasser	0,344	=	Wasserstoff	0,0382

In 100 Theilen:

Kohlenstoff	80,51
Wasserstoff	13,94
Sauerstoff	5,55
	100,00.

Auf Atome berechnet:

				Berechnet.
20	At.	Kohlenstoff	1528,700	80,86
42	-	Wasserstoff	262,072	13,85
1	-	Sauerstoff	100,000	5,28
			1890,772	99,99.

Essigsaures Methylen.

Diese Verbindung wurde durch Destillation von 1 Th. essigsaurem Kali, 1 Th. Holzgeist und 2 Th. Schwefelsäure erhalten. Die Verbindung destillirt, wie die kleesaure, gleich im Anfange ohne Entwicklung von schwefliger Säure über; später, wenn die Bildung des essigsauren Methylens gröfstentheils aufhört, erscheinen schweflige Säure, Essigsäure, Methol und etwas schwefelsaures Methylen. Sobald sich schweflige Säure zu entwickeln begann, wurde die Vorlage gewechselt, und blofs dieses erste Destillat zur Darstellung der reinen Verbindung benutzt; sie wurde durch Schütteln mit Wasser, und Destillation über Chlorcalcium und gebrannten Kalk

gereinigt. Auch diese Substanz besitzt alle Eigenschaften der von Dumas und Peligot beschriebenen Verbindung; auch die Elementaranalyse gab dieselben Resultate.

I. 0,547 Substanz gaben:

Kohlensäure	0,970	=	Kohlenstoff	0,2682
Wasser	0,406	=	Wasserstoff	0,0451.

Folglich in 100 Theilen:

Kohlenstoff	49,03
Wasserstoff	8,23
Sauerstoff	42,74
	100,00.

II. 0,393 Substanz gaben:

Kohlensäure	0,698	=	Kohlenstoff	0,1930
Wasser	0,286	=	Wasserstoff	0,0318

In 100 Theilen:

Kohlenstoff	49,11
Wasserstoff	8,09
Sauerstoff	42,80
	100,00.

Auf Atome berechnet:

			Berechnet.
6	At. Kohlenstoff	458,610	49,15
12	- Wasserstoff	74,877	8,03
4	- Sauerstoff	400,000	42,82
1	At. essigs. Methylen	933,487	100,00.

Dieselbe Verbindung entsteht auch, wie bereits schon mehrmals angegeben wurde, bei der Destillation des Holzgeistes mit Schwefelsäure. Wir hielten anfangs das bei der Destillation von 1 Th. Holzgeist mit 4 Th. Schwefelsäure erhaltene ölige Destillat für das reine schwefelsaure Methylen, und das essigsaure Methylen für ein Zersetzungsproduct des ersteren. Wir behandelten da-

her die vermeintliche schwefelsaure Verbindung, nachdem sie mit wenig Wasser gewaschen, und über Chlorcalcium und gebrannten Kalk destillirt worden war, mit etwas Kali, und unterwarfen das Gemenge einer Destillation. Das Destillat wurde durch Chlorcalcium entwässert, und eine angenehm ätherisch riechende und süfs schmeckende Flüssigkeit in reichlicher Menge erhalten. Dieselbe wurde einer Elementaranalyse unterworfen, und die Resultate stimmten vollständig mit der Zusammensetzung des essigsauren Methylens überein. Wir destillirten hierauf eine neue Quantität dieses Gemenges auf dem Wasserbade, wobei die essigsaure Verbindung unter heftigem Kochen in die Vorlage überging, mit Zurücklassung einer nur sehr geringen Menge schwefelsauren Methylens. Das Destillat war nun leichter als Wasser und verhielt sich ganz wie essigsaures Methylen. Die Elementaranalyse gab folgende Resultate.

I. 0,602 Substanz gaben:

Kohlensäure	1,078	=	Kohlenstoff	0,2981
Wasser	0,468	=	Wasserstoff	0,0520

In 100 Theilen:

Kohlenstoff	49,51
Wasserstoff	8,64
Sauerstoff	41,85
	100,00.

II. 0,503 Substanz gaben:

Kohlensäure	0,940	=	Kohlenstoff	0,2599
Wasser	0,403	=	Wasserstoff	0,0448

Folglich in 100 Theilen:

Kohlenstoff	49,04
Wasserstoff	8,45
Sauerstoff	42,51
	100,00.

Das essigsaure Methylen ist in Wasser in ziemli-

cher Menge löslich, und wird selbst durch Kochen mit Wasser nur in sehr geringer Menge zersetzt. Besser wirkt Kali, jedoch geht die Zersetzung auch mit diesem Reagenz nur sehr langsam und schwierig von Statten. Um dieselbe vollständig zu bewerkstelligen, mufs die Verbindung so lange über eine Kalilösung destillirt werden, als sich in dem Destillate noch durch den Geruch die Gegenwart der Verbindung bemerken läfst. Bei dieser Zersetzung bleibt in der Retorte essigsaures Kali zurück, während in der Vorlage sich ein Wasser befindet, auf welchem das schon mehrmals erwähnte Oel zu beobachten ist; jedoch wird bei der Zersetzung des essigsauren Methylens weniger von dieser Substanz gebildet, als bei der der kleesauren Verbindung. Von Holzgeist konnte aber bei derselben wieder keine Spur nachgewiesen werden.

Durch diese Untersuchungen glauben wir vollständig nachgewiesen zu haben, dafs der Holzgeist allerdings die von Dumas und Peligot beschriebenen Verbindungen, mit allen physikalischen Eigenschaften, welche die genannten Chemiker von demselben erwähnen, bilden kann. Aber eben so gewifs glauben wir, hat sich durch diese Untersuchungen herausgestellt, dafs die Theorie, welche diese Chemiker über die eigentliche Natur des Holzgeistes aufgestellt haben, nicht richtig ist, obgleich auf eine auffallende Weise die Elementaranalysen die aufgestellte Theorie vollkommen zu unterstützen scheinen.

Wäre der Holzgeist eine dem Weingeiste analoge Verbindung, so müfste bei der Zersetzung des kleesauren, essigsauren etc. Methylens wieder Holzgeist gebildet werden. Bei dieser Zersetzung aber kann die Substanz, welche in diesen Verbindungen mit Essigsäure, Kleesäure u. s. w. verbunden ist, nicht wieder in Holz-

geist zurückgeführt werden, sondern diese zerfällt in Wasser und ein Oel von der Zusammensetzung $C_{20}H_{42}O$, wie Folgendes deutlich machen wird:

10 At. einer solchen
Methylenverbindung $= C_{20}H_{60}O_{10} + 10\bar{X}$
zerfallen in $C_{20}H_{42}O + 9Aq + 10\bar{X}$.

Diese Zersetzungen beweisen daher, daſs die Verbindung C_2H_6O zum Holzgeiste nicht in derselben Beziehung stehen kann wie der Aether $C_4H_{10}O$ zum Weingeiste; es wäre sonst nicht einzusehen, warum C_2H_6O sich nicht wieder mit Wasser zu Holzgeist verbindet, sondern im Gegentheil sich in ein Oel und Wasser zerlegt.

Wenn daher Schwefelsäure auf Holzgeist einwirkt, so werden seine Elemente erst ganz anders gruppirt, um sich in die beschriebenen Verbindungen umwandeln zu können, während aus dem Weingeiste Aether und Wasser, welche beide Stoffe schon als solche in demselben enthalten sind, abgeschieden werden.

Es könnte vielleicht für die Verbindungen, welche aus dem Weingeiste und dem Holzgeiste mit den Säuren entstehen, der Unterschied aufgestellt werden, daſs, während in den Verbindungen aus dem Weingeist schon ein Radical C_4H_{10} fertig gebildet vorhanden ist, welches mit einem Atome O den Aether bildet, ein solches durch die Einwirkung der Säuren auf den Holzgeist erst erzeugt und in ein Hydrat, das Hydrat des Methylens $= C_2H_4 + Aq$, umgewandelt werde, ohne anzunehmen, daſs im Holzgeiste selbst schon ein solches Hydrat enthalten sey. Bei der Zersetzung dieser Verbindungen aber verwandelt sich dieses Radical $= C_2H_4$ in einen polymerischen Kohlenwasserstoff $= C_{20}H_{40}$, welcher *Paramethylen* genannt werden könnte, und der sich im Augenblick seines Abscheidens mit einem Atom Wasser verbindet.

Je-

Jedenfalls glauben wir, dafs der Methylenäther C_2H_6O von Dumas und Peligot nicht als solcher in den verschiedenen Methylenverbindungen enthalten ist; denn es wäre jedenfalls sonderbar, dafs ein und dieselbe Substanz bei der Abscheidung mit Wasser sich in Wasser und ein Oel zerlegt, während die gleiche Verbindung im freien Zustande weder durch Wasser, noch durch Alkalien, noch durch Säuren irgend eine Veränderung erleidet.

Zwar könnte in den Methylenverbindungen auch ein Oxyd gedacht werden, welches bei seiner Abscheidung in das Oel und Wasser zerfiele; jedoch scheint uns, dafs die erste Hypothese die Verschiedenheit, welche bei der Zersetzung der Methylenverbindungen und der Aetherarten beobachtet wird, besser erklären würde.

Noch weniger glauben wir kann angenommen werden, dafs die Verbindungen, welche aus dem Holzgeiste dargestellt werden können, die Körper schon fertig gebildet enthalten, welche bei ihrer Zersetzung daraus abgeschieden werden. Diese Betrachtungsart würde wenigstens mit unseren gewöhnlichen Begriffen über die Zusammensetzungsweise der Körper im Widerspruche stehen; denn hiernach würden diese Verbindungen, wenn man im Allgemeinen die Säure mit $\overline{X}$ bezeichnet, folgenden allgemeinen Formeln entsprechen:

$$(C_{20}H_{42}O+9Aq)+10\overline{X}$$

oder:

$$(C_{20}H_{42}O+\overline{X})+9\overline{X}Aq.$$

Xylit.

Wie Xylit aus dem rohen Holzgeist gewonnen wird, ist bereits oben auseinandergesetzt worden. Es ist vor allen Dingen, um diese Verbindung rein zu erhalten, darauf zu achten, dafs der gereinigte rohe Holz-

geist so lange mit Chlorcalcium behandelt wird, als dasselbe noch Holzgeist daraus aufzunehmen im Stande ist. Wir haben, um Xylit so rein wie möglich zu erhalten, die bei der Destillation des rohen Holzgeistes über Chlorcalcium zuerst übergegangenen Theile mehrmals abwechselnd über gebrannten Kalk und Chlorcalcium destillirt, und dabei jedesmal die letzten Antheile abgesondert.

Der so gereinigte Xylit besafs alle Eigenschaften, welche Liebig von demselben angiebt. Seinen Siedpunkt fanden wir constant bei 60° C. Die Resultate unserer Elementaranalysen weichen indefs von denen, welche Liebig erhielt, etwas ab.

I. 0,551 Substanz gaben:

Kohlensäure	1,065	=	Kohlenstoff	0,2945
Wasser	0,496	=	Wasserstoff	0,0551.

In 100 Theilen:

Kohlenstoff	53,44
Wasserstoff	10,00
Sauerstoff	36,55
	99,99.

II. 0,353 Substanz gaben:

Kohlensäure	0,679	=	Kohlenstoff	0,1877
Wasser	0,341	=	Wasserstoff	0,0379.

Folglich in 100 Theilen:

Kohlenstoff	53,17
Wasserstoff	10,74
Sauerstoff	36,09
	100,00.

Analysen von Liebig.

	I. und II.	I. und II.		Berechnet.
Kohlenstoff	54,747	54,753	C_2	53,83
Wasserstoff	10,753	11,111	H_6	10,97
Sauerstoff	34,500	34,136	O	35,19
	100,000	100,000		99,99.

Diese vier Analysen geben fast einen Procent Kohlenstoff mehr und einen Procent Sauerstoff weniger als seine Formel verlangt, während sonst gewöhnlich der umgekehrte Fall stattfindet. Diefs möchte vielleicht vermuthen lassen, dafs Liebig's Substanz noch etwas von dem Oele enthalten habe, von dem der Xylit, wenn man nicht mit gröfseren Quantitäten arbeiten kann, sehr schwer zu befreien ist.

Unsere Analysen geben etwas weniger Wasserstoff als die von Liebig aufgestellte Formel erfordert, daher wir denn, bis wir andere Gründe für die Festsetzung der Zusammensetzung des Xylits besitzen, folgende Formel vorschlagen:

			Berechnet.
6	At. Kohlenstoff	458,610	54,24
14	- Wasserstoff	87,356	10,32
3	- Sauerstoff	300,000	35,43
1	At. Xylit	845,966	99,99.

Eine Bestimmung des spec. Gewichts des Dampfes fiel anders aus als diejenige, welche Kane vorgenommen hat. Wir erhielten nämlich 2,261; die Berechnung giebt 2,33193, wenn man annimmt, dafs sich die Bestandtheile vier Mal verdichtet haben.

Gewichtsüberschufs des mit Dampf erfüllten Ballons im Vergleich des mit Luft erfüllten	0,259 Grm.
Inhalt des Ballons	299 C.C.
Zurückgebliebene Luft	0
Temperatur der Luft	10° C.
Temperatur des Dampfes	99° C.
Barometerstand	0,726 M.
Specifisches Gewicht des Dampfes	=2,264.

Nach der Berechnung:

6	Vol.	Kohlenstoff	5,05674
14	-	Wasserstoff	0,96320
3	-	Sauerstoff	3,30780
			9,32774.

$$\frac{9,32774}{4}=2,33193.$$

Verhalten des Xylits zur Schwefelsäure.

Wird Schwefelsäure mit Xylit vermischt, so findet eine bedeutend gröfsere Wärmeentwicklung statt, als bei der Mischung des Holzgeistes mit Schwefelsäure. Die Masse wird augenblicklich dunkler und dickflüssiger, und es entsteht, wie wir weiter zeigen werden, dieselbe Säure, welche der Holzgeist mit der Schwefelsäure zu bilden vermag.

Werden gleiche Theile Schwefelsäure und Xylit einer Destillation unterworfen, so geht im Anfange eine Flüssigkeit ohne Entwicklung von schwefliger Säure über, welche aus unverändertem Xylit und dem von Reichenbach entdeckten *Mesit* besteht. Sobald die Entwicklung der schwefligen Säure beginnt, was nach sehr kurzer Zeit eintritt, wird das Destillat weggenommen; das weiter kommende trennt sich in zwei Schichten, von denen die obere gelb gefärbte hauptsächlich aus Mesit, Methol und schwefliger Säure, die untere aus Xylit, Wasser, Essigsäure, schwefliger Säure und zuweilen aus etwas schwefelsaurem Methylen besteht.

Gmelin [1]) erwähnt unter den Producten der Destillation des Holzgeistes mit Schwefelsäure einer Flüssigkeit, die nach seiner Angabe aus zwei Substanzen besteht, welche ganz sicher Mesit und Methol sind.

Bei der Destillation von 4 Th. Schwefelsäure mit 1 Th. Xylit sind die Erscheinungen fest dieselben, wie

1) Gmelin, Handbuch der Chemie, 3. Aufl. Bd. II S. 345.

bei der Destillation von 4 Th. Schwefelsäure mit 1 Th. Holzgeist; aufser etwas Mesit werden dieselben Producte gebildet.

Werden 10 Th. Schwefelsäure mit 1 Th. Xylit destillirt, so findet ganz dasselbe Verhalten statt, wie bei der Destillation von 10 Th. Schwefelsäure mit 1 Th. Holzgeist; von Mesit wird kaum eine Spur gebildet.

Bei allen diesen Destillationen bleibt ebenfalls eine schwarze kohlige Masse in der Retorte zurück.

Verhalten des Xylits bei der Destillation mit Kleesalz und Schwefelsäure.

Bei der Destillation von 2 Th. Schwefelsäure mit 1 Th. Xylit und 1 Th. Kleesalz geht im Anfange, ohne Entwicklung von schwefliger Säure, etwas Mesit und unzersetzter Xylit über, sobald sich aber schweflige Säure bildet, erscheint in der Vorlage eine krystallinische Substanz, neben Essigsäure, Methol und etwas schwefelsaurem Methylen. Die Flüssigkeit wurde von der erstarrten Masse, die durch das eingeschlossene Oel gelb gefärbt war, getrennt, und diese nun so lange zwischen Löschpapier geprefst, bis dasselbe nicht mehr feucht wurde, und hierauf noch einer Sublimation unterworfen. Die so erhaltene Substanz besafs nun vollkommen alle Eigenschaften des kleesauren Methylens. Es entsteht also das kleesaure Methylen ganz auf dieselbe Weise aus dem Xylit, wie aus dem Holzgeiste, nur mit dem Unterschiede, dafs die Bildung derselben aus dem ersteren immer mit Entwicklung von schwefliger Säure begleitet wird, und die Ausbeute nicht so reichlich ist, wie bei Anwendung von Holzgeist.

Vergleichung der Barytsalze der Säuren, welche durch Vermischen des Holzgeistes und des Xylits mit Schwefelsäure entstehen.

Sowohl Xylit als Holzgeist bilden, mit Schwefelsäure vermischt, eigenthümliche Säuren, welche mit der Barylerde lösliche Salze hervorzubringen vermögen. Wir über-

zeugten uns, dafs die Verbindung, welche Xylit zu bilden vermag, identisch ist mit der, welche durch Holzgeist gebildet wird, und die bereits von Dumas und Péligot näher untersucht und beschrieben worden ist. Jedoch findet bei der Bildung dieser Säuren ein wesentlicher Unterschied statt. Werden nämlich gleiche Theile Holzgeist und Schwefelsäure vermischt, die Mischung mit Wasser verdünnt und dann mit kohlensaurem Baryt gesättigt, so fällt kaum gefärbter schwefelsaurer Baryt zu Boden, und die darüber stehende Flüssigkeit ist vollkommen klar. Werden dagegen gleiche Theile Xylit und Schwefelsäure gemengt und die Mischung mit Wasser verdünnt, so besitzt die so erhaltene Flüssigkeit eine tief rothbraune Farbe. Wird hierauf mit kohlensaurem Baryt gesättigt, so fällt mit dem schwefelsauren Baryt ein brauner, öligharziger Körper zu Boden, welcher das Filtriren der Salzlösung, indem er wie ein Harz das Filtrum überzieht, sehr erschwert.

Die Analyse dieser Salze auf die Menge der Schwefelsäure und des Baryts wurde auf folgende Weise vorgenommen: Eine gewogene Menge des Salzes wurde mit einem Gemenge von Salpeter und kohlensaurem Kali geglüht, die geglühte Masse mit Wasser behandelt, mit Salzsäure übersättigt und der schwefelsaure Baryt abfiltrirt. Aus diesem wurde die ganze Menge des in dem Salze enthaltenen Baryts und die Hälfte der Schwefelsäure gefunden; die andere Hälfte der Schwefelsäure, welche noch in der durchfiltrirten Flüssigkeit enthalten war, wurde mit Chlorbarium gefällt.

I. 0,779 Grm. des Barytsalzes aus Holzgeist gaben:

1) 0,448 schwefelsauren Baryt, worin 0,2940 Baryt und
0,1540 Schwefelsäure enthalten sind;

2) 0,454 schwefelsauren Baryt, worin 0,1560 Schwefelsäure enthalten sind.

Also enthalten 0,779 dieses Salzes:

Baryt	0,2940	oder in 100 Th.	37,74
Schwefelsäure	0,3100	- - - -	39,79.

1,092 Grm. des Salzes mit Kupferoxyd verbrannt, gaben:

Kohlensäure	0,270	=	Kohlenstoff	0,0746
Wasser	0,302	=	Wasserstoff	0,0335

In 100 Theilen:

Kohlenstoff	6,84
Wasserstoff	3,07.

Wird für das Krystallwasser hiervon 1,10 Wasserstoff abgezogen, so bleibt noch 1,97 Wasserstoff für die organische Substanz.

II. 0,350 Grm. des Barytsalzes aus Xylit gaben:

1) 0,202 schwefelsauren Baryt, worin 0,1316 Baryt und
0,0746 Schwefelsäure enthalten sind;

2) 0,199 schwefelsauren Baryt, worin 0,0684 Schwefelsäure enthalten sind.

Also enthalten 0,350 dieses Salzes:

Baryt	0,1316	oder in 100 Th.	37,88
Schwefelsäure	0,1430	- - - -	39,38.

1,026 Grm. dieses Salzes mit Kupferoxyd verbrannt, gaben:

Kohlensäure	0,267	=	Kohlenstoff	0,0738
Wasser	0,327	=	Wasserstoff	0,0363.

In 100 Theilen:

Kohlenstoff	7,19
Wasserstoff	3,54.

Wird für das Krystallwasser hiervon 1,10 Wasserstoff abgezogen, so bleibt noch 2,44 Wasserstoff für die organische Substanz.

	Barytsalz aus Holzgeist,	aus Xylit.
Baryt	37,74	37,88
Schwefelsäure	39,79	39,38
Kohlenstoff	6,84	7,19
Wasserstoff	1,97	2,44
Sauerstoff	3,76	3,21
Wasser	9,90	9,90
	100,00	100,00.

Mesit.

Das bei der Destillation von gleichen Theilen Xylit mit Schwefelsäure vor der Entwicklung von schwefliger Säure erhaltene Destillat scheidet sich beim Vermischen mit gleichen Theilen Wasser ab, und schwimmt als eine ätherische Flüssigkeit auf demselben. Das erhaltene Destillat ist ein Gemenge von Xylit und Mesit. Die Trennung beider Stoffe geschieht am besten durch Chlorcalcium, welches in Xylit löslich, in Mesit aber unlöslich ist. Wird daher ein Gemenge von Xylit und Mesit mit Chlorcalcium in Berührung gebracht, so scheidet sich in demselben Verhältnisse als das Chlorcalcium sich im ersteren sich auflöst, der letztere in Gestalt einer leichten, wasserklaren Flüssigkeit ab und schwimmt auf der schweren Chlorcalciumlösung. Wird der Mesit abgenommen, abermals mit Wasser geschüttelt, um kleine Antheile von Xylit, die noch vorhanden seyn können, wegzunehmen, und sodann durch mehrmalige Destillationen über Chlorcalcium und gebrannten Kalk entwässert, so hat man ihn vollkommen rein. Auch mufs zur Darstellung eines reinen Mesits besonders darauf Rücksicht genommen werden, dafs die zuerst übergehenden Theile von den, unter Entwicklung von schwefliger Säure, übergehenden Substanzen sorgfältig getrennt werden; denn die letzteren enthalten immer Methol, von dem der Mesit, wenn nicht grofse Quantitäten zu Gebote stehen, nur schwierig zu trennen ist. Das Verhalten des Mesits zum

Chlorcalcium beweist hinlänglich, dafs der zur Darstellung des Mesits angewandte Xylit den Mesit nicht schon enthielt, denn sonst müfste derselbe sich gleichfalls durch Chlorcalcium in zwei Schichten trennen lassen.

Beim reinen Mesit fanden wir ebenfalls diejenigen physikalischen Eigenschaften, welche Reichenbach von demselben angiebt. Er brennt mit einer leuchtenden, rufsenden Flamme, bedarf ungefähr 3 Th. Wasser zur Auflösung, besitzt ein specifisches Gewicht von 0,808 und einen Siedpunkt von 63° C. Die Analyse gab folgende Resultate:

I. 0,312 Substanz gaben:

Kohlensäure	0,612	=	Kohlenstoff	0,1689
Wasser	0,272	=	Wasserstoff	0,0302.

In 100 Theilen:

Kohlenstoff	54,13
Wasserstoff	9,67
Sauerstoff	36,19
	99,99.

II. 0,414 Substanz gaben:

Kohlensäure	0,818	=	Kohlenstoff	0,2262
Wasser	0,372	=	Wasserstoff	0,0413.

In 100 Theilen:

Kohlenstoff	54,64
Wasserstoff	9,97
Sauerstoff	35,38
	99,99.

Auf Atome berechnet:

			Berechnet.
6	At. Kohlenstoff	458,610	54,64
13	- Wasserstoff	81,117	9,66
3	- Sauerstoff	300,000	35,70
1	At. Mesit	839,727	100,00.

Die Bestimmung des specifischen Gewichts des Dampfes dieser Substanz gab 2,873, nach der Berechnung erhält man 3,08631, wenn man annimmt, dafs die Bestandtheile sich drei Mal verdichtet haben.

Gewichtsüberschufs des mit Dampf gefüllten Ballons im Vergleich des mit Luft erfüllten	0,296 Grm.
Inhalt des Ballons	210 C.C.
Zurückgebliebene Luft	1 C.C.
Temperatur der Luft	8° C.
Temperatur des Dampfes	99° C.
Barometerstand	0,728 M.M.
Specifisches Gewicht des Dampfes	=2,873.

Nach der Berechnung:

6 Vol.	Kohlenstoff	5,05674
13 -	Wasserstoff	0,89440
3 -	Sauerstoff	3,30780
		9,25894.

$$\frac{9,25894}{3} = 3,08631.$$

Mischt man Schwefelsäure mit Mesit, so findet eine viel unbedeutendere Erwärmung und schwächere Färbung statt, als bei der Mischung mit Holzgeist oder Xylit. Es bildet sich hierbei ebenfalls eine Säure, welche mit Baryt ein lösliches Salz giebt; diefs scheint aber, einer vorläufigen Untersuchung zufolge, nicht dasselbe Salz zu seyn, welches man aus Holzgeist oder Xylit erhält.

Bei der Destillation von gleichen Theilen Schwefelsäure und Mesit, bildet sich schweflige Säure, Essigsäure und ein Oel, welches, wie die nähere Prüfung und Analyse zeigte, Methol ist. Das Oel, das zur Analyse angewandt wurde, konnte wegen Mangel an Substanz nicht ganz wasserfrei gemacht werden, jedoch wird die Analyse hinreichen, um die Identität dieses Oeles mit den Methol zu bestätigen.

0,310 Substanz gaben:

Kohlensäure	0,911	=	Kohlenstoff	0,2519
Wasser	0,304	=	Wasserstoff	0,0338.

In 100 Theilen:

Kohlenstoff	81,26
Wasserstoff	10,90
Sauerstoff	7,83
	99,99.

Destillirt man Mesit mit mehr Schwefelsäure, so erhält man fast blofs Essigsäure und schweflige Säure; es bildet sich nur sehr wenig Methol und gar kein schwefelsaures oder essigsaures Methylen.

Mesit mit Kleesalz und Schwefelsäure destillirt, liefert keine Spur von kleesaurem Methylen; es bildet sich blofs wieder Methol, Essigsäure und schweflige Säure.

Aus den mitgetheilten Untersuchungen ergiebt sich, dafs der rohe Holzgeist nach der Reinigung mit gebranntem Kalk ein Gemenge von Substanzen seyn kann, die je nach den Umständen, unter denen er sich bildet, in verschiedener Menge sich vorfinden, und von denen auch die eine oder die andere öfters fehlen kann. Jedenfalls hat die Temperatur bei der trocknen Destillation einen nicht unbedeutenden Einflufs auf die sich bildenden Stoffe. Aus derselben Holzessigfabrik, aus welcher Hr. Professor Löwig fast reinen Holzgeist erhalten hatte, erhielten wir ungefähr ein halbes Jahr später ein Product, das gröfstentheils aus Xylit und nur aus wenigem Holzgeist bestand.

Aus den Angaben von Dumas und Peligot scheint hervorzugehen, dafs sie mit einem reinen Holzgeiste ihre Untersuchungen angestellt haben; einen gleichen scheint auch Kane zu seinen Versuchen gehabt zu haben.

Ein Gemenge von Xylit und Holzgeist hatte ohne

Zweifel Gmelin, da sein Holzgeist bei der Destillation mit Schwefelsäure Mesit lieferte, und wahrscheinlich auch Liebig, wenigstens scheint diefs aus den beiden Analysen hervorzugehen, die er nach den ersten Rectificationen über Chlorcalcium angestellt hatte. Wird nämlich von der angegebenen Zusammensetzung die des Xylits abgezogen, so wird Wasserstoff und Sauerstoff nicht im Verhältnisse wie im Wasser erhalten, sondern der Wasserstoff beträgt etwas mehr, woraus sich vermuthen läfst, dafs sein Xylit noch etwas Holzgeist enthielt.

Nach den Angaben von Reichenbach und Berzelius enthält der rohe Holzgeist bisweilen Mesit.

Enthält der gereinigte rohe Holzgeist sehr viel Holzgeist und nur wenig Xylit, so kann der Fall eintreten, dafs bei der Sättigung mit Chlorcalcium sich etwas Xylit abscheidet, welcher leicht mit Mesit verwechselt werden könnte. Da jedoch Xylit mit Wasser sich in allen Verhältnissen mischt, so ist es leicht, sich von der Anwesenheit der einen oder der andern Substanz zu überzeugen.

Sollten Holzgeist, Xylit und Mesit gleichzeitig mit einander gemengt vorkommen, so geht die Trennung derselben aus dem angegebenen Verhalten dieser drei verschiedenen Stoffe zum Chlorcalcium von selbst hervor.

Es scheint uns nicht unwahrscheinlich, dafs diese verschiedenen Stoffe, wenn sie verschieden hohen Temperaturen ausgesetzt werden, in einander übergehen können, und wir hoffen, sowohl über diesen Gegenstand, so wie über verschiedene zum Theil schon berührte Punkte, später mehreres mittheilen zu können.

Nachschrift. Die Arbeit über den Holzgeist wurde von zwei meiner Schüler, welche sich mit dem gröfsten Eifer dem Studium der Chemie widmen, im hiesigen Laboratorium unter meinen Augen ausgeführt. Die Arbeit

mufs in jeder Beziehung für eine selbstständige gehalten werden, und ich erlaube mir, die Versicherung zu geben, dafs beide junge Männer mit ängstlicher Gewissenhaftigkeit experimentirten. Die Resultate, welche sie erhielten, sind in mehrfacher Hinsicht interessant. Sie bestätigen die analytischen Resultate der Dumas und Peligot'schen Untersuchung; sie zeigen aber auch, welche falsche Schlüsse aus den besten Analysen gezogen werden können, wenn der Analytiker, befangen von theoretischen und hypothetischen Ansichten, seine Untersuchungen gleich von vorn herein in der Absicht anstellt, durch dieselbe neue Belege für solche vorgefafste Meinungen zu erhalten.

Die Arbeit von Dumas und Peligot ist so rund, glatt und abgeschlossen, wie wenige in der organischen Chemie; das Material fügte sich auf das Willigste in die Ansichten der Untersucher. Aber freilich haben dieselben Alles unberührt gelassen, was nicht in ihren Kram pafst, und namentlich die Menge Producte, die aufser ihren Verbindungen noch gebildet werden, mit keiner Sylbe erwähnt, und dennoch waren diese allein schon hinreichend, um ihnen zu zeigen, dafs für die geliebte Theorie beim Holzgeist wenig Nahrung zu holen ist.

Da Xylit dieselben Verbindungen bilden kann, wie der Holzgeist, nebenbei aber noch Mesit gebildet wird, so könnte angenommen werden, Xylit sey eine chemische Verbindung vom Holzgeist und Mesit. Diese Ansicht ist aber entschieden unrichtig. Mesit und Xylit weichen in ihrer Zusammensetzung so wenig von einander ab, dafs sie fast für isomere Verbindungen gehalten werden könnten. Mesit müfste aber eine ganz andere Zusammensetzung haben, wenn er mit Holzgeist verbunden den Xylit darstellen sollte. Auch ergiebt sich, wenn die Umstände beobachtet werden, unter denen der Mesit aus dem Xylit entsteht, dafs es sich keineswegs um eine

blofse Abscheidung des Mesits handelt. Aber gerade die Fähigkeit des Xylits, dieselben Verbindungen mit Säure bilden zu können, wie der Holzgeist, giebt den richtigen Maafsstab zur Prüfung der Dumas-Peligot'schen Theorie über die Natur des Holzgeistes.

Die analytischen Resultate von Schweitzer und Weidmann über den Xylit weichen etwas von denjenigen ab, welche Liebig gefunden hat. Der Unterschied ist aber nicht so grofs, dafs nicht die Formel $C_4H_{10}O_2$, welche Liebig für den Xylit aufgestellt, auch aus den Resultaten der ersteren abgeleitet werden könnte. Nach dieser Formel könnte der Xylit, wie schon Liebig bemerkt, als das zweite Oxyd des Aethyls angesehen werden. Es ist klar, dafs wenn diese Ansicht richtig ist, Xylit mit Kalium, ohne Abscheidung von Wasserstoffgas, Aetherkali bilden müsse; diefs ist aber nicht der Fall. Wird Xylit mit Kalium zusammengesetzt, so entsteht augenblicklich eine weifse, gallertartige Masse, welche, vollständig getrocknet, durch Behandlung mit Wasser keinen Weingeist, sondern eine ölige Substanz liefert, welche leichter ist als Wasser. Wasserstoffgas wird dabei nicht entwickelt. Ganz gleich wie Xylit verhält sich auch Mesit zu Kalium. Die Producte, welche bei der Einwirkung des Kaliums auf Mesit, Xylit und Holzgeist gebildet werden, werden den Gegenstand einer zweiten Arbeit der genannten jungen Chemiker ausmachen.

Das Kalium ist bei indifferenten organischen Verbindungen öfters ein vortreffliches Mittel, um zu entscheiden, ob dieselben Hydratwasser enthalten oder nicht. Ich habe Aethal mit Kalium behandelt. Bei gelinder Erwärmung entwickelt sich Wasserstoffgas in bedeutender Menge. Die flüssige Masse bleibt vollkommen durchsichtig, während das Kalium sich hinreichend oxydirt. Nach einiger Zeit mufs die Zersetzung durch eine höhere Temperatur unterstützt werden. Wird, wenn die Entwicklung von Wasserstoffgas fast ganz aufgehört hat,

die wieder erkaltete Masse mit verdünnter Salzsäure gekocht, so scheidet sich unverändertes Aethal ab. Diese Zersetzung wird am besten zuerst auf dem Wasserbade und später auf einem Oelbade vorgenommen. Auf freiem Feuer findet, besonders bei Anwendung eines Ueberschusses von Kalium, leicht eine vollständige Zersetzung statt, indem Kohle sich abscheidet etc. Das Aethal ist daher sicher das Hydrat von Cetenoxyd

$$=(C_{32}H_{66})O+Aq$$

und der Wallrath eine Verbindung von Margarinsäure mit Cetenoxyd.

Im 42sten Band, S. 439, dieser Annalen ist von Berzelius angegeben, dafs Liebig Aldehyd mit Kalium behandelte. Es heifst daselbst: »Wenn Kalium gelinde mit Aldehyd erwärmt wird, so entwickelt sich Wasserstoffgas etc.« Nur in dieser Beziehung erlaube ich mir eine Bemerkung zu machen. Ich habe nämlich schon früher diesen Versuch gemacht, und gefunden, dafs im Augenblick, als man Kalium in den Apparat fallen läfst, in welchem sich Aldehyd befindet, das stürmischte Kochen eintritt, und ehe man die Gasentwicklungsröhre aufgesetzt hat, ist fast keine Spur von Aldehyd mehr vorhanden. Ich habe den Apparat, in welchem das Aldehyd enthalten war, künstlich kalt gehalten, und doch traten die oben genannten Erscheinungen ein. Eine Temperaturerhöhung war wenigstens durch das Gefühl gar nicht zu beobachten. Es schien mir fast, als veranlasse das Kalium durch den Contact die Vergasung. Sehr leicht aber gelingt der Versuch, wenn über das Kalium Aldehydgas geleitet wird. Die Wasserstoffgas-Entwicklung beginnt sogleich. Ehe ich von den Ansichten Berzelius's Kenntnifs hatte, habe ich die Verbindung, welche Aldehyd mit Kalium bildet, dem Aetherkali analog zusammengesetzt gehalten. Das Aldehyd selbst betrachtete ich als eine dem Weingeist entsprechende Verbindung. Es wäre gewifs sehr interessant zu untersuchen,

ob $(C_4H_6)O$ ähnliche ätherische Verbindungen mit den Säuren bilden könne, wie der Aether. Eine Auflösung des Aldehyds in Wasser zeigte nicht die geringste saure Reaction. Ist Aldehyd unteracetyligsaures Hydrat, so sollte man glauben, dasselbe müfste, aufser mit Ammoniak, auch mit anderen Basen direct verbunden werden können.

Chloral mit Kalium behandelt, entwickelt gleichfalls Wasserstoffgas. Zugleich entsteht noch ein harzähnlicher Körper. Wird derselbe mit Wasser ausgewaschen, so enthält die wäfsrige Flüssigkeit, aufser freiem Kali, eine bedeutende Menge Chlorkalium. Es ist wahrscheinlich, dafs Weingeist, Aldehyd und Chloral Hydrate sind nach folgender Formel:

Weingeist	$(C_4H_{10})O + Aq$
Aldehyd	$(C_4H_6)O + Aq$
Chloral	$(C_4Ch_6)O + Aq$.

Ich bin mit einer grofsen Arbeit über die Einwirkung des Kaliums, besonders auf die zusammengesetzten Aetherarten, beschäftigt, und werde bald im Stande seyn, die erhaltenen Resultate mittheilen zu können [1]).

C. Löwig.

1) Vor ganz Kurzem und den Verfassern der vorstehenden Abhandlung noch unbekannt, ist auch von L. Gmelin eine Arbeit über den Holzgeist erschienen (Ann. d. Pharm. Bd. XXV S. 47), die bei einigen Abweichungen (wohl daraus entsprungen, dafs der gelehrte Heidelberger Chemiker hauptsächlich die successive Destillation als Trennungsmittel anwandte) doch darin mit den Resultaten von Weidmann und Schweizer übereinstimmt, dafs ihr zufolge neben dem Dumas'schen *Methylenbihydrat* auch *Xylit* (von Gmelin *Lignon* genannt, und identisch in der Zusammensetzung mit Liebig's Holzgeist gefunden) im Holzgeist enthalten ist. Aufserdem hat G. im *Pariser* Holzgeist noch *Essiggeist* gefunden, eine Spur davon auch in dem Holzgeist von *Wattwyl*, so wie im letzteren auch das Daseyn einer davon verschiedenen eigenthümlichen Flüssigkeit wahrscheinlich gemacht. Ob letztere identisch sey mit dem Mesit, steht ferneren Untersuchungen zu entscheiden anheim. *P.*

II. *Ueber die chemische Zusammensetzung der menschlichen Lymphe; von R. F. Marchand und C. Colberg in Halle.*

Die Gelegenheit, reine menschliche Lymphe zu erhalten, ist sehr selten, und wenn sie sich darbietet, so ist meist die Quantität derselben, die man auffangen kann, so gering, dafs es mit den gröfsten Schwierigkeiten verknüpft ist, Untersuchungen darüber anzustellen, die den ausgedehnten Anforderungen, welche die Wissenschaft zu machen berechtigt ist, und durch deren Erfüllung ein wirklicher Fortschritt derselben herbeigeführt wird, genügen könnten.

Durch die Forschungen von Johann Müller, und seine Entdeckung der Lympheherzen, ist in physiologischer Beziehung hinsichtlich dieses Körpers bei weitem mehr geleistet worden, als man in der nächsten Zeit von einer chemischen Untersuchung erwarten darf. Diefs ist um so erklärlicher, da das vornehmste, fast einzige Hülfsmittel zu physiologischen Beobachtungen, das Mikroskop, schon bei ungemein geringen Quantitäten der zu untersuchenden Substanzen seine volle Anwendung findet, während die chemische Analyse, namentlich organischer Stoffe, so zusammengesetzter Art, selbst die gröfste Menge nicht verschmähen darf. Wenn man nun noch vollends erwägt, wie schwierig es ist, selbst in den begünstigsten Fällen die Aufgabe auf genügende Weise zu lösen, so wird man die Mangelhaftigkeit unserer Untersuchung, welche wir gewifs selbst vollkommen anerkennen, entschuldigen. Es ist kaum nöthig an die Differenzen zu erinnern, welche noch jetzt in den Ansichten der Gelehrten über die Zusammensetzung des Blutes herrschen, ungeachtet dasselbe seit langer Zeit der Ge-

genstand vieler chemischen Prüfungen durch die ausgezeichnetsten Forscher gewesen ist; und diesen Stoff kann man in jeder beliebigen Quantität, ja selbst noch im thierischen Körper selbst untersuchen. Wie ganz anders verhalten sich die Sachen hier bei der Lymphe, einer Flüssigkeit, die, wie gesagt, so selten rein erhalten werden kann, und von der selten eine gröfsere Quantität als 10 Grm. verwandt werden kann.

Eine ganz genaue chemische Analyse der Lymphe, in Vergleichung mit der Zusammensetzung des Blutes, ist von besonderer Wichtigkeit, da hiedurch der Antheil dieses Körpers an der Blutbildung erforscht werden könnte, um so mehr, da der Zuflufs der Lymphe zum Blute und ihre Anwesenheit darin im unveränderten Zustande (wenigstens der Lymphkörner) mit Sicherheit nachgewiesen ist. Wir überlassen es den Physiologen von Fach, diese Sache weiter auszuführen, und müssen es nur bedauern, keine Beiträge zur näheren Kenntnifs dieses Stoffes liefern zu können, wie sie sich aus der chemischen Prüfung unter dem Mikroskope ergaben. Wir hätten unsere Untersuchung um so lieber auf diese Weise ausgedehnt, je mehr wir von der Nützlichkeit dieser Art und Weise zu experimentiren, wie es durch Joh. Müller in die physiologische Chemie fest eingeführt ist, durchdrungen sind; indessen standen dem Einen von uns die nöthigen Hülfsmittel dazu nicht zu Gebote, während dem Andern die Lymphe in einem Zustande zukam, welche wohl noch eine chemische Prüfung gestattete, aber nicht mehr eine sichere mikroskopische.

Wir müssen noch bemerken, dafs von uns Beiden die Untersuchung unabhängig von einander angestellt wurde, deren Resultate, sich einander ergänzend, hier zusammen angeführt werden.

Die Lymphe, welche wir zu unseren Untersuchungen verwandten, wurde aus einer Wunde gewonnen, die

sich ganz ähnlich, wie in dem Müller'schen Falle, auf dem Fufsrücken befand und der Heilung hartnäckig widerstand. Die Menge war nur unbedeutend, die abgesondert wurde, indem innerhalb 12 Stunden nur ungefähr 1½ Grm. gesammelt werden konnten [1]). Das spec. Gewicht der Flüssigkeit betrug 1,037. Nach einiger Zeit setzte sich auf den Boden des Gefäfses, ganz wie es bei Joh. Müller beschrieben ist, ein spinnwebeartiges Gerinsel von Faserstoff ab, welcher abfiltrirt, mit Aether ausgezogen und im Wasserbade getrocknet, 0,52 Proc. betrug. Die darüber stehende, etwas opalisirende Flüssigkeit hatte eine schwach gelbliche Färbung und ungefähr die Consistenz des Mandelöls. Mit 30 Th. Wasser vermischt, ertheilte es demselben ebenfalls die Eigenschaft, schwach zu opalisiren, ohne dafs sich nach längerer Zeit daraus etwas absetzte. Alkohol und Quecksilberchlorid fällten sogleich weifse, zarte Flocken. Die Flüssigkeit reagirte sehr stark alkalisch und stellte das geröthete Lackmuspigment wieder her; ein Umstand, der interessant ist, da auf ihm höchst wahrscheinlich die starke alkalische Reaction beruht, welche der Eiter auf der frischen absondernden Fläche zeigt, während sie in dem davon abgenommenen Eiter verschwindet, welcher sich dann ganz neutral verhält.

Im Wasserbade, bis zu 97,5° C. erwärmt, gerann die Lymphe vollständig durch das darin enthaltene Eiweifs; bis zu 100° im Wasserbade erwärmt und einige Zeit bei dieser Temperatur erhalten, bildete sie eine feste graue Masse, welche sich leicht pulvern liefs. 6,798 Grm. hinterliefsen hiebei 0,209 Grm. feste Bestandtheile =3,074 Proc. Als dieser Rückstand mit Aether behandelt und vollkommen damit erschöpft wurde, erlitt er einen Verlust von 0,018 Grm.; wurde der Aether bei

1) Ausführlichere Nachricht über diesen Fall giebt die Inaugural-Dissertation des Dr. P. Trog, „*de Lympha*,“ *Halae* 1837, welcher die Untersuchung des Einen von uns angefügt ist.

höchst gelinder Wärme auf einem Uhrglase verdampft, so blieben röthlich gefärbte Fettkügelchen zurück, welche durch Alkohol in eine ölige und eine krystallinische Substanz zerlegt zu werden schienen, wie sich bei der Betrachtung mit einer starken Vergröfserung zeigte. Bei erhöhter Temperatur verflüchtigte sich dieses Fett, welches dem Papier starke Fettflecke mittheilte, mit einem unangenehm riechenden und die Augen heftig reizenden Dampfe. Die mit Aether erschöpfte Masse wurde mit kochendem Wasser ausgezogen, welches einen Rückstand von 0,065 Grm. liefs, aus Eiweifs und Faserstoff bestehend. Die abfiltrirte Flüssigkeit war ganz klar, und hinterliefs, nach dem Verdampfen im Wasserbade, einen blafsgelblichen, salzartigen Rückstand, welcher, zum Trocknen abgedunstet, schwache alkalische Reaction zeigte, und geglüht einen Rückstand von 0,105 Grm. hinterliefs, welcher mit Säuren aufbrauste, und eine viel entschiedenere Alkalität besafs, wahrscheinlich durch Zersetzung eines milchsauren Salzes (Natrons), obgleich die Anwesenheit eines kohlensauren Alkalis schon früher darin sehr wahrscheinlich ist. In der Auflösung des Rückstandes brachte eine Auflösung von salpetersaurem Silberoxyd einen weifsen, in Salpetersäure unlöslichen, in Ammoniak löslichen Niederschlag hervor. Einige Tropfen Platinchloridlösung bewirkten einen unbedeutenden gelben Niederschlag, welcher sich am folgenden Tage vermehrt hatte. Chlorbaryum erzeugte einen starken Niederschlag, der durch Chlorwasserstoffsäure zum Theil gelöst ward, indem er bis auf eine bedeutende Trübung in der Flüssigkeit verschwand. In der abfiltrirten, ganz klaren Lösung brachte kaustisches Ammoniak sogleich wieder eine starke Trübung hervor.

Eine andere Partie der eingedampften Lymphe wurde mit Aether, dann mit Wasser, wie oben angeführt wurde, und endlich mit Alkohol ausgezogen. Der hiebei bleibende Rückstand gab in der äufseren Löthrohrflamme

eine stark dunkelgelbe Färbung. In der alkoholischen Flüssigkeit entstand durch Galläpfeltinktur ein gelbbräunlicher, flockiger Niederschlag von thierischer Extractivmasse (Osmazom). Die Rückstände der mit Alkohol, Aether und Wasser behandelten Masse, und der Rest der alkoholischen Solution, wurden zum Trocknen eingedampft, geglüht und zu Asche verbrannt; diese mit Wasser ausgezogen, welches einige wenige graue Flokken hinterliefs, die, in einigen Tropfen Chlorwasserstoffsäure und Salpetersäure gelöst, mit einer Auflösung von Kaliumeisencyanür eine blaue Farbe erzeugten, welche sich auch sehr stark in der wäfsrigen Flüssigkeit zeigte. Oxalsaures Ammoniak bewirkte darin einen Niederschlag, welcher sich als oxalsaurer Kalk charakterisirte, und in dem Rückstande der filtrirten, abgedampften Flüssigkeit wurde durch das Löthrohr die Anwesenheit des Kalis und Natrons dargethan.

Nach diesen Versuchen, welche, bei den geringen Mitteln, die uns zu Gebote standen, leider nicht den Grad von Genauigkeit besitzen können, den wir ihnen zu geben wünschten, besteht die menschliche Lymphe aus folgenden Bestandtheilen:

Bestandtheil	
Wasser	96,926
Faserstoff	0,520
Eiweifs	0,434
Osmazom (und Verlust)	0,312
Fettes Oel Krystallinisches Fett	0,264
Chlornatrium Chlorkalium Kohlensaures und milchsaures Alkali Schwefelsaure Kalkerde Phosphorsaure Kalkerde und Eisenoxyd	1,544
	100,000.

Hr. Professor Bergemann in Bonn hat sich ebenfalls mit der Untersuchung über die chemische Zusammensetzung der menschlichen Lymphe beschäftigt und dazu jene benutzt, welche Hr. Prof. Joh. Müller untersuchte. Seine Resultate, die er in Tiedemann's und Treviranus's Zeitschrift für Physiologie [1]) mitgetheilthat, sind folgende:

Er fand Faserstoff, Eiweifs, viel Chlornatrium, wenig kohlensaures Natron und eine Spur von phosphorsaurem Kalk.

L. Gmelin, welcher eine Analyse mit der Lymphe angestellt hat, die er in A. Müller's *Dissertatio experimenta circa chylum sistens. Heidelb.* 1819, mittheilt, fand:

Wasser	96,10
Eiweifs	2,75
Faserstoff mit etwas Blut	0,25
Natron muriat.	0,21
- carbonic.	
- phosphor.	
Speichelstoffähnlicher Körper	
Osmazom	0,69
Natron muriat. mit organ. Säuren	
	100,00.

Lassaigne hat in Gemeinschaft mit Leuret die Lymphe vom Pferde untersucht, die sie aus den Sauggaderstämmen am Halse gesammelt haben. Sie fanden [2]):

Wasser	92,500
Faserstoff	0,330
Eiweifs	5,736
Chlornatrium	1,434
Chlorkalium	
Natron (kohlensaures? Md.)	
Phosphorsaurer Kalk	
	100,000.

1) *Journal de chim. med. T. I p.* 150 und *Recherches physiologi-*

Der Eiweifsgehalt ist hier ohne Zweifel viel zu hoch angegeben, da ihm alle thierischen Bestandtheile, bis auf den Faserstoff beigezählt sind.

Chevreul hat ebenfalls die Lymphe vom Pferde analysirt; er fand [1]):

Wasser	92,64
Faserstoff	0,42
Eiweifs	6,10
Kochsalz	0,61
Kohlensaures Natron	0,18
Phosphorsauren Kalk / Kohlensauren Kalk	0,05
	100,00.

Brande, welcher gleichfalls die Lymphe untersucht hat, giebt eine sehr ungenügende Zusammensetzung an, indem er nicht einmal des Faserstoffs erwähnt [2]). Reufs und Emmert [3]) erhielten aus 90 Grm. Serum 2¼ Grm. Rückstand, aus Eiweifs, Kochsalz und erdigen Bestandtheilen. Hünefeld fand phosphorsaures Natron, und Fourcroy [4]) endlich giebt an, im Serum Schwefel entdeckt zu haben.

Aus dem oben Angeführten erhellt, dafs zwischen der chemischen Zusammensetzung der Lymphe und des Blutes eine nicht zu verkennende Aehnlichkeit stattfindet. In beiden sehen wir fast dieselben Salze auftreten, in beiden Eiweifs, Faserstoff, Osmazom, und selbst ein vielleicht sehr ähnliches Fett. Der Eiweifsgehalt im

ques et chimiques pour servir à l'histoire de la digestion. Paris 1825. *p.* 161.

1) Magendie, *Précis elementaire de physiologie, déuxième Ed.* 6. *II, p.* 192.

2) *Ann. de chim. XCIV p.* 43.

3) Scheerer's Allgem. Journal, Bd. X S. 691.

4) Fourcroy, *Système des connaissances chimiques, T. IX p.* 165.

Blute ist zwar bedeutend gröfser als bei der Lymphe, dafür erscheint hier eine viel gröfsere Menge Faserstoff, von dem wir indessen nicht mit Sicherheit entscheiden können, ob er mit dem des Blutes identisch ist. So fehlt natürlich denn auch in der Lymphe das Charakteristikon des Blutes, sein Färbestoff. Indessen können wir nicht leugnen, dafs die meisten der genannten Bestandtheile auch einen grofsen Theil der übrigen thierischen Flüssigkeiten bilden, wenn wir von den excernirten absehen. Eiweifs und Fett möchten wir wohl stets antreffen, wenn auch nicht den Faserstoff, wiewohl es leicht möglich ist, dafs derselbe öfter übersehen worden ist, wie man wohl aus den Beobachtungen über faserstoffhaltigen Urin schliefsen könnte. Die Salze sind ebenfalls die, welche wir selten vermissen, da ja selbst das Eisen einen fast constanten Bestandtheil sämmtlicher Theile des thierischen Körpers auszumachen scheint. Henry fand es z. B. in einer hydropischen Flüssigkeit, wo es indessen der Eine von uns vergeblich aufgesucht hat, Marcet und Wurzer haben es oft angetroffen, wo man es nicht leicht vermuthet hätte.

Wenn sich uns die freilich sehr seltene Gelegenheit, reine frische Lymphe zu untersuchen, wieder darbieten sollte, so hoffen wir, wenigstens einige von den Lükken, welche unsere Untersuchung besitzt, ausfüllen zu können.

III. *Chemische Untersuchung des chinesischen und javanischen Thees; von G. J. Mulder.*

(Schlufs von S. 180.)

---

3) *Chlorophyll* und *Wachs*. Die ätherische oder alkoholische Tinktur des Thees ist eine schön grüne Flüssigkeit, welche aber beim Hindurchsehen, besonders ge-

gen die Sonne, eine rothe Farbe hat. Die Farbe entsteht vom grünen Cerin, welches in jedem Blatte in grofser Menge gefunden wird. Bei den schwarzen Theeblättern ist dasselbe durch's Trocknen verändert. Ich glaubte diesen Punkt nicht übergehen zu dürfen, weil gesunde Blätter eine gröfsere Menge Cerin enthalten, als kränkliche. In älteren Blättern findet man auch mehr Cerin, als in den jüngeren saftreichen, so dafs man selbst in dieser Hinsicht die Theesorten unter sich vergleichen kann. Durch das starke Rösten des schwarzen Thees wird eine kleine Quantität dieses Chlorophylls zersetzt, und dadurch die Farbe dunkler. Bei höherer Temperatur wird dasselbe zersetzt, so dafs gleich weit ausgewachsene Blätter eine kleinere oder gröfsere Quantität desselben enthalten können, je nachdem sie mehr oder weniger stark geröstet wurden. (Siehe die S. 169 mitgetheilte Analyse.

Wir unterscheiden das Wachs vom Chlorophyll. Das erhaltene Wachs war beinahe weifs, und hatte sich aus dem Aether beim Erkalten niedergeschlagen, während das Chlorophyll in demselben aufgelöst blieb. Wie bekannt, ist die Synonymie dieser Substanzen bei den Chemikern noch sehr verworren. Wir verstehen unter Chlorophyll denselben Körper, den wir früher ausführlich beschrieben haben [1]). Unser Wachs ist das bekannte Cerin. Auf die Eigenschaften des Thees haben diese beiden Körper keinen Einflufs. — Das Wasser nimmt davon wenig auf, weshalb auch die grünen Theeblätter nach der Infusion grün bleiben. Dafs jedoch eine sehr kleine Quantität davon aufgenommen wird, ist bekannt.

4) *Harz.* Das nach unserer Analyse im Thee enthaltene Harz ist ohne Geruch und Geschmack, spröde, leicht zu pülvern und dunkelbraun, unauflöslich in Wasser, aber löslich in Alkohol und Aether. Auf Platin-

1) *Natuur- en Scheikundig Archief*, *II*, *p.* 1.

blech, über einer Weingeistlampe erwärmt, schmilzt es leicht, und verbrennt darauf mit großer Flamme und vielem Rauche, hinterläfst ein grofses Volum Kohle, von der, wenn man sie verbrennt, etwas Asche zurückbleibt. In fetten und flüchtigen Oelen ist dasselbe löslich. Die kalte Auflösung in concentrirter Schwefelsäure giebt eine dunkle Flüssigkeit, aus der dasselbe, wenn die Säure durch Kali gesättigt wird, als braune Flocken gefällt wird. Wärme macht die Flüssigkeit schwarz, und treibt Schwefeligsäuregas aus. Durch Salpetersäure und Wärme wird dasselbe zersetzt, unter Entwicklung von Stickstoffoxydgas. Durch Aetzkalilauge wird es in der gewöhnlichen Temperatur aufgelöst und giebt eine hell braunrothe Flüssigkeit. In Ammoniakflüssigkeit löst es sich, auch fällt jedoch beim Kochen der Flüssigkeit wieder daraus nieder.

Unser Körper gehört also zu der zweiten Klasse der Harze, von Unverdorben, oder zu denen, die mittelmäfsig negativ elektrisch sind.

Ob mehr als ein Harz in demselben vorhanden sey, wie sich nach Unverdorben's schönen Untersuchungen vermuthen läfst, habe ich nicht untersucht. Ohne Zweifel findet sich jedoch das Harz, wovon ein englischer Chemiker spricht, nicht darin [1]).

Auch ist dasselbe durch denselben Chemiker nicht genau beschrieben; denn ihm zufolge sollte dasselbe den Geruch des Thees in grofsem Maafse besitzen, während das unsrige keinen Geruch hat. Dieser Widerspruch läfst sich jedoch daraus erklären, dafs das Theeöl, wenn es, auf einer grofsen Oberfläche vertheilt, mit der Luft in Berührung ist, durch Absorption des Sauerstoffs schnell ein Harz bildet, welches den Theegeruch lange behält. Dieses Harz findet sich demnach als solches im Thee nicht, während das unsrige wirklich darin vorhanden ist und aus dem ätherischen Aufgufs dargestellt werden kann.

1) Berzelius, *Traité de chimie, T. VI p.* 282.

Auf die Eigenschaften des Thees hat dasselbe wohl wenig Einfluſs, da dasselbe keinen Geruch und Geschmack besitzt. Auch kann nur eine sehr geringe Menge in dem wäſsrigen Auszuge vorhanden seyn.

Es ist merkwürdig, daſs die Congo-Sorten mehr Harz enthalten, als die Haysans (siehe S. 169); die Ursache davon liegt ohne Zweifel in dem stärkeren Dörren des schwarzen Thees, wobei etwas Oel verdampft, und ein anderer Theil in Harz verwandelt wurde. Vielleicht werden auch Chlorophyll und Wachs in eine Substanz umgewandelt, die mit dem Harze als solches ausgeschieden wird; die Resultate der Analyse machen dieſs wahrscheinlich. — Es ist bekannt, daſs die ätherischen Oele in den Pflanzen Harze bilden, und vielleicht wird das Harz aus dem Theeöl während des Wachsthumes der Pflanze gebildet. Aeltere Blätter würden dann mehr Harz, jüngere mehr Oel enthalten müssen.

5) *Gerbstoff.* Dieser findet sich in allen Theesorten, weshalb sie alle einen zusammenziehenden Geschmack haben und im Munde erfrischend sind, besonders für diejenigen, welche eine belegte Zunge haben, deren Auſsenfläche durch das adstringirende Princip zusammenschrumpft, so daſs die dünne Flüssigkeit bis zur Haut der Zunge durchdringen kann. Deshalb trinken Kranke so gern Thee.

Der Gerbstoff muſs, wenn der Thee zu den besseren Sorten gehören soll, durch andere Substanzen eingehüllt seyn. Zusammenziehender herber Thee, welcher nicht eingehüllten Gerbstoff enthält, wird für schlecht gehalten.

Am besten wird dieser Gerbstoff durch den Extractivstoff, welchen Scheele *Seifenstoff* nannte, oder durch Gummi eingehüllt, weshalb diejenige Theesorte, welche bei einer ziemlich groſsen Quantität Gerbstoff genug Gummi enthält, um die adstringirenden Eigenschaften des ersteren auf der Zunge zu mäſsigen, am ange-

nehmsten schmeckt. Ohne Zweifel hat die verschiedene Kultur hierauf grofsen Einflufs.

Dieses adstringirende Princip hat jedoch beim Gebrauch des Thees manchen Nutzen, und davon mufs auch wohl das seltene Vorkommen der Blasensteine in den Niederlanden, seitdem hier der Thee allgemeiner im Gebrauche ist, abgeleitet werden. Die Harnwerkzeuge werden ohne Zweifel durch den Gerbstoff gestärkt, wie es bekanntlich auch durch den anderer Pflanzen, z. B. der Bärentraube (*Arbutus Uva Ursi*), geschieht. Deshalb vertragen auch die Theetrinker viel Opium, und Thee ist selbst ein Hülfsmittel bei Opiumvergiftungen, weil gerbsaures Morphin weniger löslich ist, als mekonsaures Morphin.

Die besten grünen Theesorten enthalten die gröfste Menge Gerbstoff, und werden deshalb von zarten Constitutionen weit weniger vertragen, als die schwarzen Sorten. Defsungeachtet wird Thee für desto besser gehalten, jemehr Gerbstoff er enthält. Durch Fischleim kann man denselben absondern [1]). Eine derartige Untersuchung von Theesorten, nach ihrem Preise in abnehmender Reihe geordnet, wurde so angestellt, dafs in 100 Theilen Thee ein Niederschlag von Gerbstoff und Fischleim gemacht wurde [2]).

	Grüner Thee.	Schwarzer Thee.
1)	31	28
2)	29	28
3)	26	28
4)	25	24
5)	24	23.

Hieraus geht hervor, dafs der schlechte Thee die

1) Wiewohl sich weiter unten ergeben wird, dafs diese Methode, den Gerbstoff auszuscheiden, nicht ganz genügend ist, so kann man doch die Resultate unter sich vergleichen.

2) Brande in *Annal. of Philosoph. T. III p.* 152.

kleinste Quantität Gerbstoff enthält, so daſs auch dadurch unsere oben ausgesprochene Meinung bestätigt wird, daſs die Güte des Thees von den dem Gerbstoff beigemengten Substanzen abhängt, worunter das Gummi den ersten Platz einnimmt.

Der Thee-Gerbstoff, welcher, auſser einer kleinen Quantität Theïn, wie dieſs bei der Analyse bemerkt ist, rein war, hat folgende Eigenschaften:

Er färbt Eisen blau, wie der der Galläpfel [1]). Bei der Analyse wird er braun; sonst ist er weiſs. Wenn man das ätherische Thee-Extract mit kochendem Wasser übergieſst, vor dem Einfluſs der atmosphärischen Luft geschützt an einem trocknen Ort schnell filtrirt und die erhaltene Flüssigkeit unter der Luftpumpe abdampft, so erhält man ziemlich reinen Theegerbstoff. — Derselbe ist spröde, von zusammenziehendem Geschmack und ohne Geruch. In Wasser ist er löslich, wird jedoch beim Abdampfen der Flüssigkeit braun und in Gerbstoff-Apothem verändert. Beim Erkalten scheidet er sich aus der wäſsrigen Auflösung schnell als ein weiſses Pulver ab, welches sich zum Theil als eine harzartige Kruste auf den Boden festsetzt, jedoch durch heiſses Wasser wieder aufgelöst werden kann. In Alkohol und Aether ist er leicht löslich. — An der Luft wird er nicht feucht. 1 Decigrm., auf Platinblech erhitzt, glüht mit heller Flamme, läſst erst Kohle und dann 0,0015 Grm. Asche zurück. In 100 Theilen Theegerbstoff sind also 1,5 Asche. In wiefern dieselbe dazu gehöre, habe ich früher nachgewiesen. — Durch Gallerte wird er gefällt; durch Eisenchlorid schwarz, durch eine verdünnte Lösung von schwefelsaurem Kupferoxyd gelb, eine concentrirte grünlich, durch Zinnchlorid gelb.

6) *Gummi.* Ohne das Gummi würde der Thee nicht angenehmer schmecken, als eine Abkochung von Eichen-

1) Nach Frank färbt der Theegerbstoff Eisen grün. (Berl. Jahrb. 1798. S. 164.)

rinde oder Bärentraubenblätter. Ihm verdanken die guten Theesorten ihren angenehmen Geschmack. Enthält eine Theesorte mehr Gerbstoff und weniger Gummi, so wird jener durch Wasser leicht ausgezogen, und der erste Aufgufs ist dann sehr adstringirend, während der zweite schon weit weniger davon enthält. Wenn aber zugleich viel Gummi im Thee enthalten ist, wird der Gerbstoff nicht so schnell ausgezogen, weil das Wasser mit Gummi geschwängert ist; dann enthält der zweite und dritte Aufgufs noch Gummi und Gerbstoff, und man sagt, dafs *der Thee Wasser halte*. Deshalb wird es bei mittelmäfsigen Theesorten zweckmäfsig seyn, nicht, wie Davy angab, alles Wasser zugleich auf die Blätter zu giefsen, sondern zu wiederholten Malen.

Wenn man also von gutem Thee schnell den ersten Aufgufs abgiefst, so erhält man hauptsächlich das flüchtige Theeöl im Wasser aufgelöst; der zweite Aufgufs wird dann den Gerbstoff und das Gummi enthalten. Läfst man aber das Ganze einige Minuten zusammen stehen, so erhält man eine zweckmäfsige Verbindung dieser drei Substanzen oder guten Theeaufgufs. Durch Zucker und Milch hüllt man den Gerbstoff noch mehr ein.

Das Theegummi ist hellgelb, pulverisirbar, in Wasser leicht löslich; es bildet damit eine schleimige Auflösung. In Alkohol und Aether nicht löslich. Mit Aetzkalilauge übergossen, bildet es erst eine consistente Masse, wird aber nachher aufgelöst. Mit concentrirter Schwefelsäure erhitzt, wird es schwarz und giebt schweflige Säure. Mit Salpetersäure erhitzt, giebt es Stickstoffoxydgas, und beim Erkalten Schleimsäure. Mit Salzsäure erhitzt, wird die Flüssigkeit braun, und setzt eine schwarze Substanz ab. — Jod hat keine Wirkung auf die wäfsrige Auflösung. — Es wird aus derselben durch Bleiessig und salpetersaures Quecksilberoxydul gefällt. Mit Borax bildet es kein Coagulum, mit schwefelsaurem Ei-

senoxydul jedoch ein gelbbraunes, welches durch verdünnte Schwefel- oder Salpetersäure aufgelöst wird. Diefs Letztere ist eine Eigenschaft des arabischen Gummi. Durch Alkohol wird es aus einer wäfsrigen Auflösung völlig niedergeschlagen; durch Galläpfelaufgufs hingegen nicht, wie aus dem Gerbstoffgehalt des Theès einleuchtet.

Das Theegummi stimmt also mit dem arabischen Gummi überein, jedoch nicht in allen seinen Eigenschaften. Vom Kirsch- und Pflaumengummi, und anderen Gummi- und Pflanzenschleimsorten weicht es sehr ab.

1 Decigrm. desselben verbrannt, giebt eine kleine Flamme und geht schnell in Asche über, welche 0,015 Grm. wiegt. Also findet sich 15 Proc. Asche in diesem Gummi.

Hieraus geht genugsam hervor, dafs ein oder einige Salze damit vermengt sind, und dafs eins der im Thee vorhandenen Salze zu dem Gummi durch uns gerechnet ist. Ein eigenes Salz, mit Pflanzensäure verbunden, ist es jedoch nicht.

7) *Extractivstoff.* Aus jedem Pflanzenkörper wird durch warmes Wasser beim Zutritt der Luft ein Körper ausgezogen, welcher sich endlich dunkel färbt, wenn die erwähnten Potenzen fortwährend auf ihn wirken. Auch aus dem Thee kann man ihn auf diese Weise gewinnen. Derselbe ist jedoch im Thee nicht als eine dunkel gefärbte Substanz vorhanden, sondern wird während der Analyse aus anderen Stoffen hierin verwandelt. Wie das Gummi, trägt auch dieser Körper dazu bei, den Thee durch Einhüllung des Gerbstoffs zu verbessern.

Hiermit mufs man jedoch nicht den schwarzen Farbstoff des schwarzen Thees, welches im grünen fehlt, verwechseln; denn dieser entsteht durch höheren Wärmegrad, dem der Thee ausgesetzt war. Mit der dunkeln Farbe des Thees stehen also auch andere Eigenschaften in Verbindung, welche ich mir auf diese Weise erkläre: Durch das starke Dörren des schwarzen Thees werden

erstens die Substanzen gebildet, welche beim Infundiren des Thees mit Wasser eine braune Farbe geben. Dieser braune Stoff ist *Apothem*, und derjenige, woraus dieses gebildet wird, *Extractivstoff*. Dieser ist also im schwarzen Thee in Apothem verwandelt, im grünen nicht. Deshalb ist der Aufguſs des grünen Thees farblos. Kocht man jedoch denselben wiederholte Male in Wasser, und läſst das Decoct über Feuer etwas eindampfen, so wird dasselbe ebenfalls braun, wie beim schwarzen Thee, weil sich dann auch Apothem aus dem Extractivstoff bildet, welcher in den frischen, nicht zubereiteten Theeblättern schon vorhanden ist. Hieraus also und aus der vorhergehenden Analyse folgt, was früher so oft bestritten ist, daſs aus derselben Pflanze grüner und schwarzer Thee kann bereitet werden.

Durch das stärkere Rösten wird nicht bloſs der Extractivstoff, sondern auch der Gerbstoff in Apothem verändert, woraus man schon *a priori* schlieſsen kann, daſs im schwarzen Thee weniger Gerbstoff als im grünen gefunden werden müsse, und daſs das Apothem nicht ein Product der Analyse, sondern der Zubereitung sey. Dieſs hat unsere Analyse auch bestätigt. Aus dem nämlichen Grunde schmeckt schwarzer Thee weniger zusammenziehend als grüner, woraus man jedoch noch nicht schlieſsen darf, daſs der erstere immer den angenehmsten Geschmack haben müsse, weil dieser auch durch das Gummi bestimmt wird. Die Zerreiblichkeit des schwarzen Thees, und die Unmöglichkeit, durch Einweichen in Wasser aus hundert schwarzen Theeblättern einige unbeschädigte Blätter zu erhalten, hängen mit dieser chemischen Veränderung, welche durch das stärkere Dörren verursacht wird, nahe zusammen. Von grünen Theeblättern erhält man durch Einweichen in Wasser viele unversehrte.

Der Extractivstoff der Haysan- und der Congo-Sorten hat verschiedene Eigenschaften. Der der letzteren

ist

ist dunkel und körnig, der von den ersteren weicher. Beim Verdampfen des Aethers schwollen sie in mäfsigen Wärmegraden zu einem grofsen Volumen an, und liefsen einen spröden, glänzenden, hellbraunen Extractivstoff zurück. Derselbe war in Aether nicht, in starkem Alkohol schwerlöslich, im schwachen Alkohol und Wasser leichtlöslich. In Kali aufgelöst, bildete er eine braune Flüssigkeit. Die wäfsrige Lösung wurde durch Eisenchlorid etwas schwarz von einigem rückständigen Gerbstoff. Schwefelsäure fällte den Extractivstoff aus Wasser und aus der Kaliauflösung.

2 Decigrammen, auf Platinblech verbrannt, entzündeten sich mit bleicher Flamme und etwas Rauch. Die Kohle konnte nur schwierig eingeäschert werden; an Asche blieben zurück 0,009 Grm., also 4,5 Procent.

Dieser Extractivstoff ist luftbeständig. Derjenige aber, welcher durch Alkohol aus dem Theegummi gezogen wird, wird an der Luft flüssig, was vielleicht von irgend einem zerfliefslichen Salze abhängt, welches jedoch wegen der geringen Quantität dieser Extrakte nicht untersucht werden konnte.

8) *Apothem.* Das Apothem der Congos wird in Wasser nicht, in Alkohol nur theilweise aufgelöst. Mit Aetzkalilauge bildet es, mit Hülfe der Wärme, eine braune Auflösung, aus der es durch verdünnte Schwefelsäure als braune Flocken gefällt wird, während die Flüssigkeit hell wird. Eisensalze werden durch dieses Apothem nicht schwarz, so dafs sich also kein Gerbstoff mehr darin befindet. Wahrscheinlich ist dasselbe also aus dem Extractivstoff gebildet; denn in den Congo-Sorten ist dasselbe in geringerer Quantität vorhanden, alsin den Haysans, wie dieses auch mit dem Gerbstoff der Fall ist (S. 169).

9) *Salzsaures Extract.* Um die im Wasser unauflöslichen Salze auszuziehen, wurden die Theeblätter, welche mit Aether, Alkohol und Wasser ausgekocht wa-

ren, nochmals mit verdünnter Salzsäure ausgezogen. Es war jedoch vorauszusehen, dafs darin auch noch andere Stoffe aufgenommen werden würden. Bei Beschreibung unserer Analyse habe ich die Quantität des auf diese Weise erhaltenen Extrakts angegeben; ohne Zweifel jedoch war es als solches in der Pflanze nicht vorhanden, sondern wurde aus anderen Stoffen während der Bereitung gebildet.

Es hat die folgenden Eigenschaften: Es reagirt sauer, und enthält freie Salzsäure, welche auf einem Wasserbade nicht ausgetrieben werden kann. Ist dunkelbraun und spröde. Aus der Luft zieht es Wasser an, wegen seines Salzsäuregehaltes. Erhitzt, entwickelt es Salzsäuredämpfe. Auf Platinblech erhitzt, wird es schwer verkohlt, giebt eine sehr harte Kohle, 2 Decigrm. endlich 0,013 Grm., also 6,5 Procent Asche. — In Alkohol ist es nur theilweise löslich, und bildet eine braune Auflösung. Mit Wasser abgerieben, sinkt der gröfste Theil zu Boden; beim Filtriren läuft die Flüssigkeit beinahe farblos ab. In der Flüssigkeit bilden Eisenoxyd und Zinnchlorid keinen Niederschlag. Das Extrakt, wenn zur Sättigung der Säure Ammoniakflüssigkeit hinzugefügt worden ist, bildet eine braune Flüssigkeit, welche durch Bleiessig als braune Flocken gefällt wird. Mit verdünnter Schwefelsäure ausgekocht, wird es einigermafsen aufgelöst; beim Filtriren läuft die Flüssigkeit hellbraun ab. Jedoch wird auch diese Flüssigkeit durch Eisen- und Zinnchlorid nicht gefällt. — Durch verdünnte Salpetersäure wird mehr aufgelöst; jedoch fällen die genannten Chloride auch diese Flüssigkeit nicht. Wenn jedoch diese Flüssigkeit mit Ammoniak gesättigt oder die freie Säure durch Wärme ausgetrieben wird, kann sie die Gallerte fällen.

Aus diesen letzteren und einigen anderen Eigenschaften geht hervor, dafs dieses Extrakt aus etwas *künstlichen Gerbstoff* und gröfstentheils aus der kohlenarti-

gen Substanz besteht, welche immer in grofser Menge bei Darstellung des künstlichen Gerbstoffs gebildet wird. Diese kohlenartige Substanz — oder vielmehr Apothem — womit sie im Aeufsern mehr übereinstimmt, ist gebildet bei der Abdampfung der grofsen Quantität der salzsaurens Flüssigkeit. Die salzsaure Abkochung war hell, durchsichtig und fällte Gallerte; während des Abdampfen jedoch wurde sie allmälig trübe. Der künstliche Gerbstoff ist dabei also in Apothem oder eine ähnliche Substanz umgewandelt.

Wenn man hiemit die Substanz vergleicht, welche Hattchet erhielt, indem er verschiedenartige Substanzen mit Schwefelsäure behandelte, und diejenigen, welche man erhält, wenn man vegetabilische Körper der Wirkung von Phosphor- und Salzsäure aussetzt, dann kann man nicht zweifeln, dafs unser salzsaures Extrakt künstlicher Gerbstoff und daraus gebildetes Apothem ist.

Bemerkenswerth ist, dafs Thee, welcher nicht mit Aether, Alkohol und Wasser ausgekocht ist, durch Salzsäure nicht auf die genannte Weise angegriffen wird. Mit eben so verdünnter Säure, als ich gebraucht hatte, um das erwähnte salzsaure Extrakt zu bereiten, erhielt ich von gewöhnlichem Thee ein hellbraunes Decoct. Es scheint also, dafs die übrigen Bestandtheile des Thees ein Hindernifs zur Darstellung des künstlichen Gerbstoffs sind, entweder weil sie selbst durch die Salzsäure verändert werden, und also die Säure verhindern, auf andere Substanzen zu wirken, oder weil sie die Säure einhüllen, oder endlich, weil sie der chemischen Affinität im Wege stehen, welche die Salzsäure auf die ausgezogenen Blätter ausüben mufs. — Es ist jedoch gewifs, dafs sich das Skelett des Blattes nicht zersetzt hatte. Viele Blätter hatten nach der Ausziehung mit Salzsäure ihre Form behalten, obgleich sie sehr dünn geworden waren. Der Holzstoff (*le ligneux* der Franzosen) und der Eiweifsstoff war, nach unserer Meinung, auch nicht

durch die Säure angegriffen, und ich glaube zu diesem Schlusse berechtigt zu seyn, als die Botaniker selbst zugeben, daſs das *Lignin* durch Salzsäure ausgekocht werden müsse, um von den Salzen befreit zu werden. (De Candolle, *Physiol. vegét. T. I p.* 194.)

10) *Pflanzeneiweiſsstoff* und *Holzfaser*. Der Eiweiſsstoff der Theeblätter kommt bei der Erklärung der Bereitung des Thees sehr in Betracht. In ihm ist wahrscheinlich das flüchtige Theeöl enthalten. Wenn man Theeblätter ohne Hülfe der Wärme trocknet, so bleibt das flüchtige Oel fast ganz in denselben, und wenn man sie nun mit heiſsem Wasser übergieſst, so wird sich der Eiweiſsstoff zusammenziehen und das Oel vom Wasser aufgenommen werden, sich jedoch in dieser hohen Temperatur verflüchtigen und Geruch verbreiten.

Wenn frische Theeblätter bei gelinder Wärme getrocknet werden, so bleibt viel ätherisches Oel mit dem Eiweiſsstoff verbunden; die trocknen Blätter haben einigen Geruch und geben ein wohlriechendes Infusum. Dieſs ist der Fall beim grünen Thee. Wenn aber die Blätter bei höherem Wärmegrade stark getrocknet werden, so coagulirt der Eiweiſsstoff, und es geht während und nach dem Trocknen viel flüchtiges Oel verloren, weshalb denn der Aufguſs weit weniger wohlriechend ist. Dieſs findet beim schwarzen Thee statt. Bei unserer Analyse desselben erhielten wir auch eine geringere Quantität Oel (S. 169). Aus dem nämlichen Grunde konnte auch Hr. Fr. Nees von Esenbeck aus den im Pflanzengarten zu Bonn gewachsenen Theeblättern erst nach vorhergegangenem Rösten ein gutes Thee-Infusum bereiten [1]). Daraus erhellt die hohe Wichtigkeit des sorgfältigen Trocknens der Blätter. Auch wird hiedurch erklärt, weshalb das zweite und dritte Infusum von grünem Thee wohlriechender sind als vom schwar-

1) Literaturberichte zur allg. botan. Zeitung, 1834, No. 9.

zen Thee, dessen erster Aufgufs fast alle die flüchtigen Theile enthält, während die folgenden mehr extractivstoffhaltig sind.

Mit den Namen *Eiweifsstoff* und *Pflanzenfaser* haben wir die Körper belegt, welche nach der Ausziehung des Thees mit Aether, Alkohol, Wasser und verdünnte Salzsäure zurückblieben; und hievon haben wir denjenigen *Eiweifsstoff* genannt, welcher durch verdünnte Kali-Auflösung aus dem Skelett der Blätter gezogen wurde.

Die näheren Eigenschaften des Eiweifsstoffes konnten wir nicht untersuchen. Derselbe wurde durch Abdampfung der Kaliauflösung und durch Hinzuthun einer Säure bis zur Sättigung als Flocken gefällt. Blofs dieser Eigenschaft wegen wurde der Körper, dessen nähere Untersuchung wir empfehlen, mit dem Namen Eiweifsstoff belegt. Bei dem allgemeinen Vorkommen des Eiweifsstoffes in Blättern, dürfen wir denselben auch mit Recht hier erwarten.

Holzstoff nennen wir den Körper, welcher nach der Ausziehung des Eiweifsstoffes durch Kali zurückbleibt. Jedoch ist es nicht erwiesen, in wiefern dieser nun Holzfaser sey. Man verwechselt, sagt Decandolle (*Physiol. végét. I, p.* 196), die Häute, welche die Zellen und Gefäfse bilden, mit der eigentlichen Holzfaser, von welchen Dutrochet jedoch glaubt, dafs sie blofs durch beigemengte Stoffe unterschieden seyen. — Dieser Fragepunkt kann jedoch im Vorbeigehen nicht beantwortet werden.

Zufolge unserer Analyse enthalten die Congo's mehr Holzstoff als die Haysan's, woraus auf's Neue die verschiedene Bereitungsweise dieser beiden Theesorten bestätigt wird. Die Congo's enthalten aber, neben dem Pflanzenskelett, Kohle, durchaus zersetzte Pflanzentheile, und geben deshalb einen schwarzen Rückstand von Holzstoff, während dieser bei den Haysan-Arten hellgelb war und die Gestalt des Theeblattes besafs.

Der Holzstoff des Java-Haysan verbrannt, gab eine

lichte Flamme und 2 Procent Asche. Von der gröſseren Quantität des Holzstoffes, welche der Congo gab, hätte eigentlich die Quantität Kohle abgezogen werden müssen; da man sie jedoch nicht von einander trennen konnte, muſsten wir dieselben zusammen berechnen.

11) *Salze*. Endlich finden sich in jedem vegetabilischen Körper einige Salze, welche den Säften während des Lebens angehörten. Sie haben öfters einigen Einfluſs auf die Kräfte der Pflanze, beim Thee gewiſs aber nicht. Diese Salze gaben Kali (S. 169). Viellcicht kann es befremden, das hier reines und nicht kohlensaures Kali gefunden wurde. Jedoch zeigte die wäſsrige Auflösung der Salze durch Säuren kein Aufbrausen, und es war also keine Kohlensäure vorhanden. Dieſs läſst sich leicht erklären: es fand sich nämlich viel kohlensaurer Kalk in den Salzen, welcher während des Glühens in Aetzkalk umgeändert wurde, und so beim Auskochen der Salze mit Wasser die Kohlensäure des kohlensauren Kalis anziehen muſste.

III. Ueber die Ursachen des Unterschiedes zwischen den verschiedenen Theesorten und dessen Einfluſs auf die daraus bereiteten Aufgüsse.

Seit 1712 weiſs man aus Kämpfer's *Amoenitates Exotic.*, daſs die grüne Farbe des Thees nicht vom Kupfer herrührt, da derselbe in eisernen Gefäſsen getrocknet wird. — Um uns jedoch hinsichtlich des Java-Thees hievon zu überzeugen, machten wir die früher erwähnten Versuche. Auch wird Kupfer nicht so gar leicht durch Thee aufgenommen. Ich röstete grünen Java-Thee eine Stunde lang auf einer Kupferplatte über gutem Kohlenfeuer, und machte auf diese Weise schwarzen Thee; bei Untersuchung desselben konnte ich aber kein Kupfer finden [1]).

1) Daſs dieses jedoch zuweilen im Thee gefunden wird, erhellt aus Buchner's Repertor. Bd. VIII S. 212.

Der Unterschied zwischen den verschiedenen Theesorten hängt zuerst ab von der verschiedenen Zeit, in welcher man die Blätter pflückt. In China geschieht es nach Zwischenräumen von drei Monaten; erst pflückt man die kaum entwickelten Blättchen, dann die halb ausgewachsenen, endlich die ganz vollständigen; die unteren Blätter des Strauches werden für sich aufbewahrt. Zuweilen pflückt man alle Blätter zugleich, und erhält dann eine mittelmäfsige Sorte. — Die gepflückten Blätter müssen noch denselben Tag getrocknet werden, weil sie sonst schwarz werden; doch auch diesen verkauft man, oder vermengt ihn mit den anderen Sorten.

Die verschiedene Trocknungsweise der Blätter bedingt aber den Hauptunterschied zwischen Thee. Zuweilen taucht man die Blätter erst eine halbe Minute in heifses Wasser; danach werden sie in eiserne Gefäfse gethan, geröstet, auf eisernen Platten getrocknet, und dabei mit der Hand gerollt. Geschieht dieses Trocknen bei mäfsiger Wärme, so erhält man *grünen* Thee; bei gröfserer Hitze und stärkerem Dörren *schwarzen* Thee. Gute Sorten werden abwechselnd getrocknet; man läfst sie erkalten, und rollt sie gleichzeitig zusammen; nachher erhitzt man sie wieder, welches man bei den besseren Sorten 4 bis 5 Mal wiederholt, wobei die Gefäfse stets gereinigt werden, damit durch die anklebenden Säfte des Thees die Blätter ihre Farbe nicht verlieren. Auch das Rollen bewirkt einen Unterschied zwischen den Theesorten.

Aus dem Vorhergehenden ergiebt sich nun leicht, in wiefern auch die Infusionen der verschiedenen Sorten verschieden seyn müssen. Die des schwarzen Thees sind weniger gerbstoffhaltig, weil diese Substanz durch die Hitze zersetzt ward. Auch das Gummi ist hier in geringer Quantität (doch nicht in demselben Verhältnifs als der Gerbstoff) vorhanden. Hinsichtlich der Eigenschaft,

den Gerbstoff einzuhüllen, ist die Quantität des Gummi im schwarzen Thee grösser.

Wenn das Harz einigen Einfluss auf die Kräfte des Thees ausübt, so muss der schwarze wirksamer seyn als der grüne, da in jenem durch das Rösten aus dem Theeöl Harz gebildet wird. Chlorophyll und Extractivstoff finden sich im schwarzen Thee in geringerer Menge, da ein Theil derselben im Apothem ungeändert ist. — Auch kann die poröse kohlenartige Structur des schwarzen Thees einige Substanzen so stark anziehen, dass sie nicht in die Infusion übergehen können.

Eine genaue Analyse der übrigen Theearten habe ich nicht unternommen, jedoch von den vorzüglichsten Sorten bestimmt, wie viel sie beim Kochen in Wasser verlieren. Alle wurden vier Mal mit gleichen Mengen Wassers ausgekocht, ohne jedoch alle löslichen Theile verloren zu haben. Durch diese Methode wird wenigstens einigermassen der Gehalt an Gummi, Gerbstoff und Extractivstoff bestimmt. Ich habe dabei die gewöhnlichen Handelspreise angeführt; jedoch von den Javasorten noch nicht, da diese noch nicht bestimmt sind. Der Javathee ist derjenige, welcher 1835 zu Amsterdam verkauft wurde.

Schwarzer Thee.

In Wasser löslich in 100 Theilen Thee von:

Namen.	China.			Java.
	Gewöhnlich im Handel, das alte Pfund zu:	Preis der untersuchten Sorten.	Extrakt.	Extrakt.
Congo . . .	108 à 135 Cent.	140 Cent.	36,7	33,9
Pecco . . .	175 à 350	350	34,5	38,0
Souchon . .	108 à 220	175	34,0	41,1
Kampoe . .	108 à 180	120	32,5	36,9
Bohee . . .	90 à 100	95	29,5	37,1
Caper-Congo	75 à 90	100	29,0	

Grüner Thee.
In Wasser löslich in 100 Theilen Thee von:

Namen.	China.			Java.
	Gewöhnlich im Handel, das alte Pfund zu:	Preis der untersuchten Sorten.	Extrakt.	Extrakt.
Haysan . . .	200 à 240 Cent.	225 Cent.	44,4	37,2
Uxim	160 à 185	160	41,6	45,7
Joosjes . . .	215 à 260	380	40,8	37,4
Schin . . .	120 à 130	135	37,6	34,8
Tonkay . .	125 à 160	140	36,5	34,0
Songlo . . .	120 à 135	140	35,3	

IV. Vergleichung des chinesischen mit dem javanischen Thee.

Obgleich der Kaffeestrauch, welcher von Mokka allmälig nach Java, Isle Bourbon, Madagascar, Westindien und Südamerika verpflanzt worden ist, die Kartoffel, der Tabak und verschiedene andere Pflanzen schon außer Zweifel gesetzt haben, daſs solche Versetzungen aus der Heimath in andere Gegenden häufig ohne Nachtheile vorgenommen werden können, so bleibt doch das Beispiel, welches die Theestaude in neuerer Zeit hievon gegeben, wohl immer merkwürdig genug. Die Niederländische Regierung hat sie in groſser Menge, zugleich mit chinesischen Theebereitern und allen erforderlichen Apparaten, nicht ohne bedeutende Schwierigkeiten, aus China nach dem fruchtbaren Java herübergeschafft, und schon ist eine ziemlich groſse Menge dieses in Java bereiteten Thees in den Handel gekommen. Derselbe wurde von unpartheiischen Kennern für sehr gut und dem chinesischen nicht nachstehend erklärt. In wiefern unsere Analyse dieses auf den Geschmack gestützte Urtheil bestätigt hat, wollen wir hier kurz erwähnen:

1) Das flüchtige Oel des Javathees stimmt im Geruch und Farbe mit dem chinesischen überein; doch dürfen wir bei der bestehenden Schwierigkeit, die ätherischen Oele abzusondern, nicht mit völliger Gewiſsheit annehmen, daſs die Quantität in beiden Theesorten gleich sey.

2) Javathee enthält weit weniger Wasser als der chinesische. Ich glaube mit einigem Grunde annehmen zu dürfen, daſs dieſs von der gröſseren Menge Gummi und der geringeren Menge in Salzsäure löslicher Substanzen, welche sich im Javathee findet, herrührt.

3) Die Quantität Gerbstoff war in den analogen Sorten des chinesischen und javanischen Thees ziemlich gleich.

4) Jedoch enthält der Javathee etwas mehr Gummi, wodurch derselbe einen weniger herben Geschmack erhält.

5) Es ist nicht bekannt, welche Kräfte das Theïn besitzt, und daher kann man aus dessen Menge nicht auf die Güte einer Theesorte schlieſsen. Gleiches gilt auch von den übrigen Bestandtheilen der Blätter.

6) Merkwürdig ist der Unterschied, welcher zwischen den Salzen stattfindet, und wiewohl daraus fast keine Verschiedenheit in den Eigenschaften des China- und Java-Thees entstehen kann, so ist es doch wichtig, einen solchen, aus der Verschiedenheit des Bodens entspringenden Unterschied zu kennen. Da es nicht unmöglich war, daſs ein örtlicher Unterschied des Bodens die Verschiedenheit der Salze in den von uns analysirten Theesorten bedingt habe, so untersuchte ich noch andere chinesische und javanische Theesorten, zwei schwarze, Souchon und Bohee, und zwei grüne, Schin und Tonkay, und ich erhielt die nämliche Asche als früher.

Ohne diesen Unterschied in dem Salze könnte man also den chinesischen und javanischen Thee mit einander verwechseln, und bloſs durch die Untersuchung des Gummigehaltes einige Differenzen auffinden. Die Asche giebt den bestimmtesten Unterschied.

Da mehr Eisenoxyd in der Asche des Javathees gefunden wird, so muſs hievon auch eine gröſsere Menge in dem Infusum vorhanden seyn, weshalb denn auch dieses, wegen der gröſseren Quantität von gerbsaurem Eisen, etwas dunkler gefärbt ist. Auch ist zu erwähnen,

dafs sich keine Substanz in dem einen Thee gefunden hat, die nicht auch in dem andern vorhanden gewesen wäre; es ist merkwürdig, dafs dieselbe Pflanze, unter so verschiedenen Umständen, sich so ganz gleich bleibt.

Rotterdam, Juni 1836.

IV. *Ueber das Sulphosinapisin des weifsen Senfs, und über das Sinapisin, einem neuen krystallisirbaren Stoff des schwarzen Senfs; von Eduard Simon in Berlin.*

Der Senf ist schon oft ein Gegenstand der chemischen Untersuchung gewesen, man ist indessen noch gar nicht im Klaren über die Bestandtheile desselben. Die mannigfaltigen Widersprüche, die hierin herrschen, sind wohl darin zu suchen, dafs man schwarzen und weifsen Senf, den Saamen von *Sinapis alba* und von *Sinapis nigra*, als gleich betrachtete, wozu der Umstand, dafs beide zu einem Genus gehören, und beide in *einiger* Beziehung ähnliche Schärfe enthalten, Veranlassung gegeben haben mag; doch sind die Verschiedenheiten beider Saamen sehr grofs; man hat nur nöthig sich von beiden Saamen eine Emulsion zu bereiten; so liefert der weifse Senf eine Milch, die selbst beim Erwärmen im *Geruch* ganz milde, aber im *Geschmack* scharf ist; die Emulsion vom schwarzen Senf ist dagegen sehr scharf riechend und schmeckend, reizt die Augen zum Thränen u. s. w. Diese Verschiedenheit rührt daher, dafs der weifse Senf bei der Destillation mit Wasser keine Spur von ätherischem Oel giebt, während schwarzer Senf eine bekanntlich grofse Menge davon liefert.

Beide Saamen haben aber wieder das mit einander gemein, dafs Alkohol von 94 Proc. Tr. ihnen die Schärfe

nimmt, wobei der schwarze Senf die Eigenschaft verliert, bei nachheriger Destillation mit Wasser ätherisches Senföl zu geben, gleich den bittern Mandeln, aus denen man auf diesem Wege das Amygdalin bereitet.

Wird weifser Senf, von dem es nicht nöthig ist, das darin enthaltene fette Oel durch Auspressen zu entfernen, weil diefs doch nicht vollständig geschehen kann, mehrere Male mit Spiritus von 94 Proc. ausgezogen, von der abgeprefsten; geklärten Tinktur der Alkohol im Wasserbade abdestillirt, und die extraktartige Substanz an einen kühlen Ort in einer offenen Schaale hingestellt, so zeigen sich sehr bald Krystalle darin, die bei einer Temperatur unter 0° nach 6 bis 8 Tagen sich gröfstentheils ausgeschieden haben; bei höherem Wärmegrad geschieht diefs etwas später. Nachdem diefs eingetreten, giefst man das ganze Magma auf ein Seihetuch, läfst die Flüssigkeit, die aus fettem Oel, zuckerhaltigem Wasser und Weichharz besteht, abtröpfeln, und sammelt die auf dem Seihetuch gebliebenen Krystalle. Durch Waschen mit Aether befreit man sie vom anhängenden fetten Oel. Hierauf löst man sie in Alkohol, entfärbt sie mit ein wenig Thierkohle, filtrirt und krystallisirt, und erhält auf diese Weise sehr leicht das schon früher beschriebene *Sulphosinapisin*, dessen Eigenschaften durch Boutron-Chalard, Garot, Henry d. J. und Winkler im *Journ. de Pharmacie*, 1830, *Janv. p.* 1 bis 16, und an anderen Orten beschrieben sind. Es ist löslich in Alkohol, unlöslich in Aether, enthält Schwefel, ist ein vorzügliches Reagenz auf Alkalien, deren Auflösungen von ihnen gelb gefärbt werden, wie Winkler schon bemerkt hat.

Schwarzer Senf liefert dagegen ganz andere Resultate, und die Bereitung des krystallinischen Stoffes, für den ich den Namen *Sinapisin* vorschlage, bietet viel gröfsere Schwierigkeiten dar.

Der gemahlene schwarze Senf wird auch ohne vorhe-

rige Abpressung des fetten Oeles so oft mit Alkohol von 94 Proc. Tr. ausgezogen, bis der Rückstand auf der Zunge keinen scharfen Geschmack mehr zu erkennen giebt. Von den abgepreſsten Tinkturen destillirt man den Spiritus im Wasserbade zum gröſsten Theil ab; aus der rückbleibenden spirituösen Lösung erhält man aber so leicht keine Krystalle, man muſs dieselbe vielmehr mit einer 4- bis 5fachen Menge Aether schütteln, den gefärbten Aether abgieſsen und dieſs Schütteln mit neuem Aether so oft wiederholen, wie dieser davon etwas aufnimmt, was wenigstens fünf Mal wiederholt werden muſs. Von der ätherischen Lösung destillirt man den Aether im Wasserbade gänzlich ab, behandelt das erhaltene Extrakt wiederum mit kleineren Mengen Aether, wodurch man unlösliche Stoffe, als: Zucker, fettes Oel und Weichharz wegschafft, und wiederholt dieses Auflösen des Extrakts in Aether so oft, bis das Präparat sich sowohl in kleineren wie in gröſseren Mengen Aether *klar* und ohne Rückstand löst.

Hierauf löst man das auf diese Weise von vielen, die Krystallisation hindernden Beimischungen befreite Extrakt in kaltem Alkohol von 90 Proc., wobei sich noch dunkel gefärbte Stoffe, besonders fettes Oel abscheiden, entfärbt mit Knochenkohle, und setzt die filtrirte Flüssigkeit in einer offenen Schaale der Luft aus. Ein kleiner Theil des darin enthaltenen Sinapisins zeigt sich bald in fischschuppenähnlichen, glänzenden Krystallen auf der Oberfläche der Flüssigkeit, und muſs durch ein Filtrum von dieser getrennt werden; der gröſsere Theil krystallisirt aber nicht heraus, sondern muſs dadurch, daſs man den Alkohol an der Luft verdampfen läſst, den Rückstand in neuem Alkohol löst, die Auflösung vom Ungelösten (das vorzüglich aus fettem Oel besteht) trennt, durch freiwilliges Verdampfen erhalten werden. Diese letzte Operation wiederholt man so lange, bis man das ganze Extrakt erschöpft hat.

Ist diefs endlich geschehen, so löst man sämmtliche Krystalle erst in Aether, filtrirt die Lösung, wobei immer extractive Theile und fettes Oel zurückbleiben, läfst den Aether verdampfen, und krystallisirt die erhaltene Masse zuletzt aus einer spirituösen Auflösung.

Die Krystalle sind im reinsten Zustande blendend weifs, haben ein fischschuppenähnliches Ansehen, wie essigsaures Silberoxyd oder essigsaures Quecksilberoxydul, lösen sich in fetten und ätherischen Oelen, krystallisiren aus letzteren, namentlich aus der Auflösung in Terpenthinöl, sind ziemlich leichtlöslich in Alkohol, sehr leichtlöslich in Aether, woraus sie durch freiwilliges Verdampfen desselben vorzüglich leicht und schön krystallisiren, enthalten keinen Schwefel, denn mit Königswasser behandelt, giebt die Auflösung durch Baryt keine Schwefelsäure zu erkennen, sind unlöslich in Säuren, unlöslich in Alkalien, deren Auflösungen davon nicht gelb gefärbt werden, sind sublimirbar, und liefern, wenn 1 Theil mit 6 Theilen Emulsin aus schwarzem Senf mit Wasser in einem Gläschen vermischt werden, ätherisches Senföl, welches bei jedesmaliger Erwärmung höchst deutlich am Geruch zu erkennen ist.

Ich glaube deshalb nicht zu voreilig zu seyn, wenn ich behaupte: das Sinapisin verhalte sich zum schwarzen Senf wie das Amygdalin sich zur bittern Mandel verhält.

Sobald mein Vorrath dieser Substanz, der bis jetzt noch sehr gering ist, es erlaubt, werde ich das, was zur Vervollständigung dieser flüchtigen Bemerkungen gehört, als: Elementaranalyse, sein Verhalten gegen andere Emulsine u. s. w., nachliefern; vielleicht gelingt es mir auch, bei noch öfterer Wiederholung einen minder kostspieligen und weniger mühsamen Weg zur Bereitung desselben aufzufinden, denn ich mufs bekennen, dafs die Menge des erhaltenen Sinapisins gegen die des angewandten Senfes (55 Pfund gaben mir nur etwa 80 Gran) sehr gering ist, und erlaube ich mir nur noch zu bemerken, dafs

man das Auspressen des fetten Oeles unterlassen kann, indem man doch nur etwa $\frac{2}{3}$ des Oelgehaltes auf kaltem Wege auspressen kann, und das rückbleibende Drittel gerade dieselben Schwierigkeiten wie das Ganze macht; hierin liegt auch der Grund, warum ich, als ich etwa 15 Pfund Senf mit Aether behandelte, gar kein Sinapisin abscheiden konnte, es hatte sich dasselbe zu innig mit dem fetten Oele verbunden.

Wo übrigens der Schwefel des Senfs bleibt, vermag ich noch nicht zu bestimmen; ich glaube, dafs er vom Spiritus gar nicht aufgenommen wird, und also im Rückstand bleibt; auch hierauf werde ich meine Aufmerksamkeit bei Wiederholung der Arbeit richten.

V. *Vermischte Notizen physikalisch-chemischen Inhalts; vom Dr. Rudolph Böttger in Frankfurt am Main.*

---

1) Wodurch läfst sich nachweisen, dafs das beim Aneinanderschlagen zweier Feuersteine entstehende Licht elektrischer Natur ist?

Wir wissen, und es ist leicht erklärlich, dafs vermittelst eines gewaltsamen, heftigen Zusammenschlagens harter, die Wärme schlecht leitender gleichartiger Körper, unter gewissen Umständen, einzelne abgerissene Theilchen plötzlich *erglühen* können. Dafs aber das Licht, welches bei ganz *schwachem* Reiben, zum Beispiel zweier Quarzstücke, selbst unter luftfreiem *Wasser*, oder beim Zerbrechen des krystallisirten Zuckers, oder beim Anschiefsen der Krystalle der in Chlorwasserstoffsäure aufgelösten und langsam erkaltenden glasartigen arsenigen Säure entsteht, nicht die Folge von einem *Glühendwerden abgerissener Partikelchen* seyn könne, ist

klar, und dürfte wohl von Niemand bezweifelt werden. Gröfstentheils nimmt man an, dafs das durch mechanische Einwirkungen erzeugte Licht, welches sowohl beim heftigen und plötzlichen *Annähern*, wie beim schnellen *Trennen* der Körpertheilchen eines und desselben Körpers auftritt, so wie die beim plötzlichen Krystallisiren gewisser Salze und Säuren nicht selten wahrgenommenen Lichterscheinungen, *elektrischen* Ursprungs seyen; Keinem war es aber, meines Wissens, bisher vergönnt, diese Annahme durch das Experiment wirklich zu beweisen. Geschieht nun die Beweisführung auch meinerseits nicht gerade unter Mithülfe des Bennet'schen Elektroskops oder des Schweigger'schen Multiplicators, so glaube ich doch bei vergleichenden Versuchen, die ich in Bezug auf die *Bewegungsschnelligkeit* des planetarischen und elektrischen Lichtes anzustellen in meinen Vorlesungen Gelegenheit nahm, ein einfaches Mittel aufgefunden zu haben, mittelst dessen sich Lichterscheinungen, wie die sind, welche beim Aneinanderschlagen zweier Kiesel entstehen, leicht beurtheilen lassen, ob sie nämlich Folge einer *Verbrennung* oder *chemischen Verbindung*, oder rein *elektrischen* Ursprungs sind.

Die Dauerlosigkeit des Lichts einer Elektricität von grofser Intensität liefert bekanntlich, nach Wheatstone's Erfahrungen [1]), ein Mittel, um Erscheinungen, welche sich innerhalb eines Augenblicks ihrer continuirlichen Action schnell verändern, beobachten, und Versuche über die Bewegungen gewisser Körper, wenn ihre successiven Lagen einander zu rasch folgen, um unter den gewöhnlichen Umständen gesehen zu werden, anstellen zu können. Setzt man z. B. den Busolt'schen Kreisel [2]) auf einer glatten Unterlage (z. B. auf einer klei-

1) Diese Annalen, Bd. XXXIV S. 464.

2) Ebend. Bd. XXXII S. 656.

kleinen achatenen oder gläsernen Reibschale) in Bewegung und belastet seine perpendiculär stehende Axe mit einer dünnen, in ihrem Mittelpunkte mit einer Oeffnung versehenen und mit den bekannten 7 Regenbogenfarben bemalten *Pappscheibe*, so folgen, wenn die einzelnen Farben derselben genau nach dem von Newton angegebenen Verhältnisse aufgetragen sind, diese so schnell auf einander, dafs sie das Auge weder beim grellsten und noch so *plötzlich* einfallenden *Sonnenlichte*, noch beim *Tageslichte*, noch bei dem durch Einwirkung des *Knallgasflämmchen auf Kalk* erzeugten, von einander zu unterscheiden im Stande ist, vielmehr erscheinen sie demselben als *Eine* mehr oder minder *weifse* oder *grauweifse* Farbe, je nachdem die einzelnen Farben mehr oder weniger rein und hell sind. Ganz dieselbe Erscheinung findet statt, wenn man den auf die eben beschriebene Weise vorgerichteten Kreisel in einem ganz verfinsterten Zimmer in Bewegung setzt und in seiner Nähe mittelst eines gewöhnlichen *Feuerstahls* einem Feuersteine Funken entlockt, also Stahlpartikelchen durch gewaltsamen Stofs oder durch Reibung zum Glühen bringt. Bringt man aber eine mit zwei Kugeln versehene, sich von selbst entladende, mit dem Conductor einer Elektrisirmaschine in unmittelbarer Verbindung stehende Leidner Flasche (wie man solche zur Bestimmung der Schlagweite einer gewöhnlichen Batterie zu benutzen pflegt) in die Nähe des rotirenden Kreisels, so sieht man beim Ueberspringen des verstärkten elektrischen Funkens zwischen der Kugel des inneren Belegs und der des äufseren, also bei dem jedesmaligen Selbstentladen der Flasche, die rotirende Scheibe vollkommen erleuchtet, aber keineswegs die *Mischfarbe*, also weder *weifs* noch *weifsgrau* reflectiren, sondern man erblickt sie momentan in ihrer *natürlichen* Gestalt, d. h. jede einzelne Farbe in der gröfsten Deutlichkeit ganz so, wie sie sich, wenn die bemalte Scheibe *nicht* bewegt wird, dem Auge dar-

stellt[1]). Es lag nun sehr nahe zu versuchen, wie sich wohl in dieser Hinsicht das vorhin erwähnte, durch das Aneinanderschlagen *zweier Feuersteine* entstehende Licht zu dem in schnelle Bewegung gesetzten Farbenkreisel verhalte; denn der Analogie nach war anzunehmen, dafs wenn auch *hierbei* die rotirende Scheibe momentan in ihrer natürlichen Gestalt sich zeigen würde, diefs nur in Folge eines Lichtes *elektrischen* Ursprungs stattfinden könne. Der Versuch hat in der That das bisher nur hypothetisch Angenommene bestätigt. Nicht *einmal*, sondern *gar oft* habe ich diesen, ich mufs gestehen, mich jedesmal sehr ergötzenden Versuch in Gegenwart meiner Zuhörer angestellt. Natürlich ist das Licht, welches beim Aneinanderschlagen zweier Quarzstücke entsteht, bei weitem nicht so intensiv, wie der verstärkte Funke einer Leidner Flasche, aber in einem durchaus verdunkelten Zimmer, und *zwar ganz in der Nähe* der rotirenden Scheibe läfst sich dennoch beim Aneinanderschlagen jener Steine *jede einzelne Farbe* der Scheibe momentan ziemlich deutlich erkennen, was, wie gesagt, keineswegs stattfindet, wenn man sich statt des *einen* Steins eines *Feuerstahls* bedient. Zum Gelingen des Versuchs gehört übrigens, dafs der eine Feuerstein möglichst grofs (etwa 3 bis 4 Quadratzoll) und wenigstens auf der *einen*, und zwar auf der der rotirenden Scheibe unmittelbar zugewandten Seite möglichst glatt oder blank sey, damit das der gewaltsamen Läsion dieser *Fläche* mittelst der scharfen Kante des andern Steins entstehende im Ganzen genommen doch immer nur schwache Licht zugleich reflectirt werde, und so die bemalte Scheibe treffe.

Es steht zu vermuthen, dafs (wenigstens wenn man den Versuch in einem etwas *grofsen* Maafsstabe und mit der gehörigen manuellen Dexterität ausführt) auch dasjenige Licht, welches beim Krystallisiren der glasartigen

1) Ein nicht genug zu empfehlender, höchst interessanter und leicht anzustellender Collegienversuch.

arsenigen Säure, oder noch besser, beim starken Reiben oder Lädiren der neu gebildeten Krystalle dieser Säure sich zeigt, *elektrischer* Natur ist, und daher ganz *dieselben* Erscheinungen darbieten wird, die hier so eben von mir beschrieben worden sind. Auch wäre es jedenfalls interessant, einen Versuch mit jenem aus phosphorsaurem und schwefelsaurem Kalk bestehenden, von Dessaignes [1]) als einem beim Zerbrechen äufserst stark phosphorescirenden Körper empfohlenen Salze anzustellen.

2) Einfaches Mittel, die krystallisirte Traubensäure von der Weinsteinsäure auch hinsichtlich ihres thermoelektrischen Verhaltens bestimmt zu unterscheiden.

Beschäftigt mit Untersuchungen über die Thermoelektricität einiger auf dem Wege der *Kunst* dargestellten Krystalle, auf die uns bekanntlich Brewster zuerst aufmerksam gemacht [2]), konnte mir das auffallende Verhalten der erwärmten krystallisirten Weinsteinsäure zu dem Bohnenberger-Bennet'schen Elektroskope nicht entgehen; denn in der That giebt ein wohlausgebildeter Krystall dieser Säure, indem man ihn mit einer Pincette fafst, an dem einen Ende über einer Spirituslampe schwach erwärmt und in unmittelbare Berührung mit dem Teller des Elektroskops bringt, in einem so hohen Grade die bestimmtesten Zeichen von Elektricität kund, dafs das Verhalten dieser Säure bei den Fundamentalversuchen in der Lehre von der Krystallelektricität gewifs mit Vortheil wird benutzt werden können. Nicht selten habe ich selbst ganz kleine Krystall-*Fragmente*, welche kaum die Gröfse eines Stecknadelknopfs hatten, beim schwachen Erwärmen, oder noch deutlicher bei Abnahme der Temperatur, so stark elektrisch werden sehen, dafs mein ziemlich wirksamer Turmalin nicht

1) Schweigger's Jahrb. der Chemie und Phys. 1813, Bd. I S. 110.

2) Ebendaselbst, Bd. XLIII S. 95.

selten diesen Weinsteinsäure-Krystallfragmenten an Wirksamkeit nachstand. — Im Besitz von ganz reiner, schön krystallisirter Traubensäure, versuchte ich nun auch das Verhalten *dieser* Säure zum Elektroskope, und fand dasselbe dem der Weinsteinsäure so entschieden *entgegengesetzt*, dafs die einfache Prüfung dieser beiden Säuren mittelst des Elektroskops vollkommen genügt, sie von einander zu unterscheiden. Die Traubensäure verhält sich nämlich gegen das zwischen zwei kleinen, höchst wirksamen Zamboni'schen Säulen hängende und mit dem Teller des Elektroskops in unmittelbarer Verbindung stehende Goldblättchen durchaus *indifferent*, welche Kante oder Ecke des Krystalls man auch erwärmt haben mag. Eben so habe ich gefunden, dafs die kleinen Krystalle des reinen *Milchzuckers* beim Erwärmen, jedoch in einem bei weitem nicht so auffallenden Grade wie der *Candiszucker*, polarisch werden.

3) Auf welchem Wege lassen sich höchst glänzende Lichterscheinungen bei der Vereinigung gewisser Metalle mit Chlor hervorrufen?

Es ist bekannt, dafs in erhöhter Temperatur das Chlor zu einigen Metallen eine weit gröfsere Verwandtschaft hat als der Sauerstoff, oder dafs der Act der Verbindung des Chlors mit gewissen Metallen mit weit auffallenderen Erscheinungen vergesellschaftet ist als der des Sauerstoffs; so führt unter andern Berzelius in der neuesten Auflage seiner Chemie an, dafs wenn man schwammiges Nickel, oder dünne Zinkspäne oder gepülvertes Tellur u. s. w. in einer Glasröhre bis zu einem gewissen Punkte erhitze und sodann einen Strom trocknen Chlorgases darüber leite, diese Metalle unter lebhaftem Erglühen, ja nicht selten unter Funkensprühen sich in Chlorid verwandeln. Von dem gepülverten Antimon ist es ja ebenfalls längst bekannt, dafs es, in ei-

nen mit Chlorgas gefällten Cylinder gestreut, selbst schon bei der *gewöhnlichen Temperatur* der Atmosphäre, unter lebhaftem Funkensprühen mit dem Chlor sich verbindet; und da dasselbe die erwähnte Erscheinung in einem besonders hohen Grade zeigt, das Metall überdiefs sehr leicht gepülvert werden kann und einem Jeden zu Gebote steht, so bedient man sich seiner vorzugsweise in den Vorlesungen über Chemie, um zu zeigen, dafs der Act einer chemischen Verbindung gewöhnlich unter Licht- und Wärmeausscheidung, selbst in einer sauerstofffreien Atmosphäre vor sich geht.

Da nun aus den schönen Versuchen Winkelblech's hervorgeht, dafs gewisse Metalle selbst in *compacter* Gestalt, z. B. in Form von Drähten, bei besonderen Vorrichtungen im *Schwefelgase unter bedeutender Lichtentwicklung* sich mit dem Schwefel zu verbinden vermögen, so versuchte ich, ob es nicht möglich sey, ähnliche Erscheinungen auch mit dem *Chlorgase* hervorzurufen. Ich dachte, wenn es möglich ist, durch ein Stückchen glimmenden Zunders die Verbrennung einer dicken Stahlfeder im *Sauerstoffgase* einzuleiten, so kann vielleicht ein Metall, welches sich schon bei der *gewöhnlichen Temperatur* der Luft im *Chlorgase* entzündet, gerade so wie der Zucker, einen Vermittler abgeben, um die Vereinigung selbst eines zum Chlor, im Ganzen genommen, *weniger* verwandten Metalles einzuleiten. Als einen *ganz vortrefflichen* Vermittler der Art habe ich das *unächte Blattgold* erkannt, und hiermit Verbindungen compacter Metalle mit Chlor unter so überaus glänzenden Lichterscheinungen eingeleitet, dafs diese den Verbrennungen des Stahls, des Schwefels, der Kohle u. s. w. im Sauerstoffgase dreist an die Seite gestellt zu werden verdienen, und sich ganz besonders zu Collegienversuchen eignen dürften.

Da fein gepülverte Metalle, sofern sie zu der Klasse der *unedeln* gehören, beim Erhitzen, an der Luft sich

leicht mit einer dünnen Oxydhaut überziehen, so schloss ich, dass die bisher mit zuvor erhitztem gepülverten Zinne, Messing, Eisen, Kupfer u. s. w. im Chlorgase angestellten Verbrennungsversuche nur als höchst unvollkommen zu betrachten seyn dürften, und jedenfalls ganz *andere* Ergebnisse gewonnen werden müssten, wenn man, statt diese Metalle zu jenen Versuchen in *Pulverform* anzuwenden, solche vielmehr in *fester* Gestalt, etwa in Draht- oder Blechform anwenden wollte. In der That, bedient man sich statt der gepülverten Metalle mehr oder weniger feiner, spiralförmig gewundener *Drähte*, die man an dem unteren Ende mit ein wenig *unächtem Blattgolde* locker umgiebt, so sieht man selbst solche Metalle, von denen man bisher kaum glaubte, dass sie im Chlor zum Glühen kommen würden, in's heftigste Glühen gerathen, und *viele* unter dem *schönsten Funkensprühen*, gerade so wie diess bei einer Stahlfeder im Sauerstoffgase der Fall ist, verbrennen, oder richtiger, sich in Chloride verwandeln. Die Metalle, mit denen ich vorerst Versuche in dieser Beziehung angestellt, werde ich der Reihe nach hier anführen. Bemerken will ich nur, dass ich mich zu allen Versuchen Glasflaschen zur Aufnahme des Chlors bediente, die etwa 3 bis 4 Pfund Wasser zu fassen vermochten, und dass ich sie nicht etwa zuvor mit Wasser füllte, und dann Chlor einströmen liess, sondern das aus Braunstein, Kochsalz und Schwefelsäure entwickelte Gas, durch Chlorcalcium getrocknet, unmittelbar in die leeren Flaschen eintreten liess, und sobald sich das Gas am Halse der Flaschen durch seine charakteristische Farbe zu erkennen gab, dieselben mit geölten Korken wohl verstopfte und so zu den Versuchen aufbewahrte.

Ein ziemlich starker (etwa $\frac{1}{4}$ Linie dicker) spiralförmig gewundener Draht von *Neusilber* (Argentan), an dem unteren Ende etwa einen Zoll hoch mit unächtem Blattgolde (unächtes *Blattsilber* fand ich *nicht* geeignet)

locker umwunden, geräth, sobald man die ganze Vorrichtung bei der gewöhnlichen Temperatur der Atmosphäre in ein mit trocknem Chlor gefülltes Glas einsenkt, augenblicklich in's Glühen, das Blattgold entzündet sich zuerst, wärmt dadurch das untere Ende des Neusilberdrahtes und leitet auf diese Weise die Verbindung des Chlors mit diesem Metalle ein, der Draht geräth in's Weifsglühen, das gebildete, im glühenden Flufs befindliche Chlormetall tropft ab und zerspringt dann, indem es den Boden der Flasche erreicht, unter dem schönsten Lichtglanze. Eine Erscheinung, die aufser dem Neusilber keinem anderen Metalle oder einer Metall-Legirung in einem so ausgezeichneten Grade zukommt. Ganz feiner *Kupferdraht*, eben so vorgerichtet, kommt nur in's Glühen, und verbrennt *ohne* Funkensprühen zu Kupferchlorid. Eine gewöhnliche, zuvor ausgeglühte und dann spiralförmig gewundene Stahlfeder verbrennt, meist ohne Funkenwerfen, ihrer ganzen Länge nach, indem sie gleichzeitig eine *ungeheure Menge* bräunlichrother Dämpfe, die wohl nichts anderes als wasserfreies Eisenchlorid seyn dürften, ausstöfst. Wendet man aber zu dem Versuche eine möglichst dünne und schmale Feder, etwa eine feine Spiralfeder, an, so findet eine überaus glänzende, gröfstentheils mit Funkenwerfen begleitete Lichterscheinung statt, ganz ähnlich der, die man bei der Verbrennung des Stahls in einer Atmosphäre von Sauerstoffgas wahrnimmt. Spiralförmig gewundener *Messingdraht* verbrennt unter dem *allerlebhaftesten Funkensprühen* bis auf's letzte Stückchen. Drähte von *Cadmium*, von *Zinn*, *Zink*, *Blei*, *Nickel*, Rose's *leichtflüssigem Metall*, *Silber*, *Gold*, *Platin* und *Palladium* verhalten sich *indifferent*. Dagegen geräth ein Stück eines, selbst ½ Linie dicken *Antimondrahts*, mit unächtem Blattgold vorgerichtet, fast augenblicklich seiner ganzen Länge nach, unter Ausstofsung eines weifsen Dampfes, in's Glühen, die gebildete glühende Chlorverbindung tropft hierbei

fortwährend ab, und erzeugt, indem sie auf dem Boden des Gefäfses zerspringt, ein sehr intensives *weifses Licht*; diesem ganz ähnlich verhält sich ein *Wismuthdraht*. *Blattzinn* (Stanniol) läfst sich nur dann vollständig unter Lichtausscheidung auf diese Weise mit Chlor verbinden, wenn man einen locker zusammengedrehten Streifen seiner *ganzen Länge nach* mit unächtem Blattgolde belegt. — Eine auffallende Erscheinung bemerkte ich bisweilen am Platinblech, wenn ich solches in ein mit Chlor gefülltes Glas, worin bereits *kurz vorher* eine Stahlfeder gebrannt hatte, einsenkte; der Platinstreif zeigte nämlich beim Hervorziehen aus dem Glase nicht selten auf seiner ganzen Oberfläche eine fast *carmoisinrothe* Farbe, die ziemlich fest adhärirte. — Ein ganz schmaler, spiralförmig gewundener Streifen gewöhnlich verzinnten *Eisenblechs* verhielt sich ähnlich der Stahlfeder, nur bemerkte ich aufser dem in grofser Menge hervorbrechenden braunrothen Dampfe, besonders im *Anfange*, meist noch eine grünlichweifse *Flamme*.

Schliefslich wünsche ich nichts mehr, als dafs diese höchst interessanten Versuche, die übrigens noch einer mannigfachen Variation fähig sind, auch noch auf *andere* Metalldrähte weiter ausgedehnt werden möchten.

VI. *Ueber die Verbindungen des Jodzinks mit den alkalischen Jodüren;*
von C. Rammelsberg.

Jodzink.

Gay-Lussac fand, dafs sich Jod und Zink auch bei Gegenwart von Wasser leicht mit einander verbinden, und dafs, wenn man einen Ueberschufs des Metalls anwendet, die Flüssigkeit zuletzt ganz farblos erscheint. Sind die Quantitäten beider Stoffe nicht ganz unbedeutend, so entsteht bei ihrer Verbindung eine mehr oder weniger ansehnliche Temperaturerhöhung. Unter den Eigenschaften des Jodzinks, welche vielleicht bisher noch nicht beobachtet wurden, möchte anzuführen seyn, dafs es bei sehr langsamem Verdunsten der Auflösung, was am besten unter einer Glocke über Schwefelsäure geschieht, in sehr gut ausgebildeten glänzenden Krystallen anschiefst, welche dem regulären System angehören, und in der Regel Combinationen des Octaëders und des Würfels, die Flächen des letzteren untergeordnet, darstellen, aber an der Luft fast augenblicklich zerfliefsen. Wenn man eine sehr concentrirte Auflösung des Salzes mit Wasser verdünnt, so scheidet sich nur etwas Zinkoxydhydrat als eine gelatinöse Masse aus, welche im wohl ausgewaschenen Zustande kein Jod enthält. Auch bemerkt man bei der angeführten Darstellung des Jodzinks stets die Bildung einer gewissen Menge des Oxyds, wodurch also eine entsprechende Quantität Jodwasserstoffsäure frei geworden seyn mufs.

Um mich zu überzeugen, ob die zuvor erwähnten Krystalle Wasser enthalten, übergofs ich 2,2 Grm. derselben in einem Platintiegel mit concentrirter Schwefelsäure, welche das Salz unter Bildung von schwefliger

Säure und Abscheidung von Jod mit Heftigkeit zersetzt, erwärmte so lange als noch Jod sich verflüchtigte, und vertrieb dann die überschüssige Schwefelsäure, zuletzt bei sehr schwacher Glühhitze. Das so erhaltene schwefelsaure Zinkoxyd betrug 1,115 Grm., welche 0,44763 Zink enthalten.

Daraus ergeben sich in 100 Theilen:

	nach dem Versuche	nach der Rechnung.	
Zink	20,347	20,34	=1 At.
Jod		79,66	=2 -
		100.	

Das krystallisirte Salz ist mithin wasserfrei.

Der Hauptzweck dieses Aufsatzes ist, zu zeigen, dafs sich das Jodzink mit den Jodüren der Alkalien und alkalischen Erden verbinden kann, und in dieser Beziehung also sich dem Jodblei, Jodsilber, Jodquecksilber und Jodzinn analog verhält. Man erhält diese Doppelsalze ganz einfach durch Vermischen der Auflösungen beider einfachen Jodüre, und Abdampfen, am besten bei gewöhnlicher Temperatur über Schwefelsäure. Auf diese Art stellte ich die Verbindungen mit den Jodüren von Kalium, Natrium, Ammonium, Baryum, Calcium, Magnesium dar. Sie krystallisiren sämmtlich, zerfliefsen aber an der Luft so schnell, dafs es nicht wohl möglich ist, die Form der Krystalle genauer zu bestimmen. Sie bewirken in den Auflösungen der Quecksilber-, Blei- und Silbersalze dieselben Fällungen, wie die alkalischen Jodüre an und für sich. Ich habe die Zusammensetzung der Kalium-, Natrium-, Ammonium- und Baryumverbindung zu bestimmen gesucht.

Jodzinkkalium.

I. 3,165 Grm. zwischen Papier möglichst getrocknet, wurden in Wasser aufgelöst, das Zink durch Ammoniumsulfhydrat gefällt, das Schwefelzink in Chlorwas-

serstoffsäure aufgelöst, mit kohlensaurem Kali gefällt, und 0,574 geglühtes Zinkoxyd, entsprechend 0,4599 Zink, erhalten. Die Flüssigkeit wurde verdampft und der Rückstand mit Schwefelsäure behandelt; er gab 0,582 schwefelsaures Kali, worin 0,261326 Kalium enthalten sind.

II. 2,217 Grm., über Schwefelsäure getrocknet, wurden wie zuvor untersucht, aufser dafs das Schwefelzink in schwefelsaures Zinkoxyd verwandelt wurde. Es ergaben sich 0,665 desselben, =0,26697 Zink, und 0,482 schwefelsaures Kali, =0,216429 Kalium.

III. 1,724 Grm., von einer anderen Bereitung herrührend, ebenfalls über Schwefelsäure getrocknet, wurden aufgelöst und mit salpetersaurem Silberoxyd gefällt. Das geschmolzene Jodsilber wog nach dem Schmelzen 2,565, entsprechend 1,3817 Jod. Aufserdem wurden 0,527 schwefelsaures Zinkoxyd, =0,21157 Zink, und 0,336 schwefelsaures Kali, =0,150872 Kalium erhalten.

Diese drei Analysen, so wie die danach ausgeführte Rechnung, geben für 100 Th. des Salzes:

	I.	II.	III.		
Kalium	8,256	9,762	8,751	8,118	=1 At.
Zink	14,531	12,042	12,272	13,363	=2 -
Jod			80,146	78,519	=6 -
			101,169	100.	

Das Jodzinkkalium ist also, abgesehen von einer geringen Einmengung von Jodkalium, K J+2Zn J.

Jodzinknatrium.

2,108 Grm., welche zuvor über Schwefelsäure getrocknet worden, lieferten 2,929 Jodsilber, =1,57778 Jod; 0,494 schwefelsaures Zinkoxyd, =0,19832 Zink, und 0,449 schwefelsaures Natron, =0,1464 Natrium.

Hienach enthalten 100 Th. des Salzes:

		Rechnung.	
Natrium	6,954	6,942	=1 At.
Zink	9,408	9,622	=1 -
Jod	74,847	75,383	=4 -
Wasser		8,053	=3 -
		100.	

Danach ist das Salz $NaJ + ZnJ + \dot{H}^3$. Es verwittert bei längerem Liegen über Schwefelsäure.

Jodzinkammonium.

1,032 Grm. gaben 1,545 Jodsilber, =0,83225 Jod, und ferner durch Abdampfen der durch Chlorwasserstoffsäure vom Silberüberschufs befreiten Flüssigkeit mit Zusatz von Schwefelsäure 0,264 schwefelsaures Zinkoxyd, =0,105986 Zink, woraus sich für 100 Th. des Salzes ergiebt:

		Rechnung.	
Zink	10,269	10,642	=1 At.
Jod	80,644	83,369	=4 -
Ammonium		5,989	=1 -
		100.	

Allerdings liefert die Analyse mehr Ammonium; allein das untersuchte Salz war nicht ganz trocken, denn die gefundenen Mengen von Zink und Jod geben unter sich genau das richtige Verhältnifs, wie die Proportion 10,269 : 10,642=80,644 : 83,563 zeigt. Das Jodzinkammonium ist also $NH^4J + ZnJ$.

Jodzinkbaryum.

1,687 Grm. des Salzes, welches als eine krystallinische Masse angeschossen und über Schwefelsäure getrocknet war, wurde in Wasser aufgelöst, wobei sich ziemlich viel Zinkoxyd abschied. Die mit Chlorwasserstoffsäure bis zur Wiederauflösung desselben versetzte

Flüssigkeit gab durch Fällung mit Schwefelsäure 0,336 schwefelsauren Baryt, =0,19747 Baryum; und ferner 0,538 schwefelsaures Zinkoxyd, =0,21598 Zink, oder in 100 Theilen:

		Rechnung.	
Baryum	11,706	13,385	=1 At.
Zink	12,803	12,597	=2 -
Jod		74,018	=6 -
		100.	

Diefs Salz, dem in der untersuchten Probe etwas Jodzink beigemengt war, läfst sich also mit Ba J + 2 Zn J bezeichnen.

VII. *Untersuchung eines Olivins aus der Ameralik-Fiorde in Grönland; von C. T. Lappe zu Neudictendorf bei Erfurt.*

Nicht uninteressant ist das Vorkommen des Olivins in der Ameralik-Fiorde und Kapiselik, im District Godthaab in Grönland.

Der Olivin kommt dort nicht, wie gewöhnlich, mit Augit oder augitischen Felsarten vor, wenigstens habe ich unter den Mineralien, die ich von dort erhielt, weder Basalt noch eine andere, Augit enthaltende Felsart bemerkt; dagegen erhielt ich ihn aus Kapiselik als kleine Körner von rothbrauner Farbe eingesprengt in derben Massen Magneteisenerzes mit Strahlstein, und aus der Ameralik-Fiorde als körnige Masse von unrein licht olivengrüner Farbe (gewöhnlich auf den Ablösungen der Körner etwas verwittert), verwachsen mit grünlichem, grofsblättrigem Glimmer, licht grünlichgrauem, schmalstrahligem Strahlstein und Bitterkalkspath.

Dieses Vorkommen des Olivins veranlafste mich, eine

chemische Untersuchung desselben vorzunehmen, um dadurch zu erfahren, ob derselbe seiner Zusammensetzung nach vollkommen mit dem von Augit und augitischen Felsarten begleiteten übereinstimme. Das Ergebnifs dieser Untersuchung, wozu ich den Olivin aus der Ameralik-Fiorde wählte, war Folgendes:

Vor dem Löthrohr verhielt er sich: Für sich in der Platinzange ist er unschmelzbar, wird nur etwas bräunlich, behält aber seine Durchsichtigkeit. Mit Phosphorsalz auf Kohle giebt er eine, durch Eisen gefärbte, beim Erkalten undurchsichtig werdende Perle. Mit Soda auf Kohle sintert er zu einem Schmelz zusammen, welcher in der inneren Flamme schmutzig dunkelgrün, in der äufseren Flamme bräunlich wird.

Als Pulver mit Salzsäure übergossen, wird er schon in der Kälte ziemlich leicht zersetzt, indem sich Kieselerde als Flocken ausscheidet, und bildet auch beim Abdampfen oder Erhitzen mit nicht zu grofser Menge Salzsäure eine Gallerte.

Bei der quantitativen Analyse verfuhr ich, nachdem ich qualitativ die Bestandtheile des Olivins bestimmt hatte, folgendermafsen: Eine hinreichende Menge möglichst rein, besonders von Bitterkalkspath, ausgelesener Stückchen wurden zu feinem Pulver gerieben, in einem Platintiegel bei +50° bis 60° R. getrocknet, dann gewogen, und mit Salzsäure in einem Becherglas übergossen, mehrere Tage kalt digerirt. Die von dem hierbei unlöslich Bleibenden, durch ein Filtrum geschiedene Lösung enthielt, mit Ausnahme der Kieselerde, alle übrigen Bestandtheile des Olivins; das unlöslich Gebliebene bestand aus der Kieselerde des Olivins, gemengt mit etwas Strahlstein und Glimmer, welche, besonders erstere, kaum mechanisch vollkommen vom Olivin zu trennen sind. Dieses in Salzsäure unlöslich Gebliebene wurde noch feucht vom Filtrum in eine Porcellanschale gebracht, das Filtrum mit dem wenigen noch daran hängen Gebliebe-

nen getrocknet, verbrannt und der feuchten Kieselerde zugefügt, dann das Ganze mit einem großsen Ueberschuſs einer Auflösung von kohlensaurem Natron gekocht, wodurch die Kieselerde gelöst wurde, während Strahlstein und Glimmer ungelöst blieben, die dann von der Flüssigkeit getrennt, ausgesüſst, und deren Gewicht von der angewandten Menge Mineralpulvers abgezogen wurde. Aus der Lösung in kohlensaurem Natron wurde dann die Kieselerde, und aus der Lösung in Salzsäure die übrigen Bestandtheile des Olivins auf die Weise geschieden, wie es in Hrn. Prof. H. Rose's Handbuch der analytischen Chemie angegeben ist. Auf diese Weise erhielt ich als Mittel aus drei Analysen auf Procente berechnet:

Kieselerde	40,001
Eisenoxydul	16,213
Thonerde	0,060
Nickeloxyd Manganoxydul Spuren Kupferoxyd	0,549
Talkerde	43,089
	99,912.

Hinsichtlich seines Löthrohrverhaltens und seines Verhaltens gegen Säuren, so wie auch hinsichtlich seiner Zusammensetzung, unterscheidet sich demnach dieser Olivin in Nichts von den unter anderen Verhältnissen vorkommenden; denn wenn er auch eine gröſsere Menge Eisenoxydul enthält, als man in Olivinen gewöhnlich wahrgenommen hat, so kann dieſs doch keinen mineralogischen Unterschied bedingen, da Eisenoxydul hier nur als isomorpher Bestandtheil einen Theil der Magnesia ersetzt.

VIII. *Bemerkungen über das Mineralwasser von Franzensbrunnen bei Eger.*

Die Mineralquellen von Franzensbad bei Eger durchdringen, ehe sie zu Tage kommen, eine Schicht Torf, welche von grofser Ausdehnung ist. Dieser Torf ist an manchen Stellen reich an Schwefelkies, der innig mit demselben gemengt ist, und offenbar durch den Einflufs der organischen Substanz des Torfes auf das Mineralwasser, das schwefelsaure Salze und kohlensaures Eisenoxydul enthält, entstanden ist. Gar nicht selten findet man nicht unbeträchtliche Massen von diesem Schwefelkies als Incrustate der Wurzeln, Stengel und anderer Theile der Pflanzen, die in dem Torfe enthalten sind, und aus denen er zum Theil besteht. Die organische Substanz ist in diesem Schwefelkiese ganz zerstört; derselbe ist aber ganz zusammenhängend, und von gelber Farbe; auch kann man ihn lange aufbewahren, wenn man ihn nach der Herausnahme aus dem Torfe trocknet; feucht aufbewahrt vitriolisirt er. Selten vielleicht findet man einen Schwefelkies, dessen Structur so lehrreich für die Entstehung desselben ist.

Da indessen der Gehalt des schwefelsauren Natrons im Mineralwasser von Franzensbad sehr überwiegend gegen den des kohlensauren Eisenoxyduls ist, so wird, aufser Schwefelkies, durch die organische Substanz des Torfes auch Schwefelnatrium und durch den Kalkerdegehalt des Wassers wohl auch Schwefelcalcium durch das Mineralwasser erzeugt, uud wenn diese gebildeten Schwefelverbindungen mit neuem Mineralwasser, das an freier Kohlensäure reich ist, in Berührung kommen, so mufs aus demselben eine Spur von Schwefelwasserstoffgas entwickelt werden, das sich im Mineralwasser auflöst.

Diefs

Diefs ist der Grund, weshalb das Mineralwasser von Franzensbad bei Eger bisweilen schwache Spuren von Schwefelwasserstoff enthält, die man schon durch den Geruch, besser noch durch die schwache Bräunung eines mit essigsaurer Bleioxydauflösung getränkten Papieres entdecken kann, das man in einem Kruge des Mineralwassers aufhängt, nachdem man einen Theil desselben ausgegossen hat. Ein solches Mineralwasser ist übrigens frei von organischer Materie, die auch nicht in den Analysen jenes Mineralwassers von Berzelius und von Tromsdorf angegeben wird. Das Mineralwasser nimmt also nichts Auflösliches aus dem Torfe auf.

Der Gehalt des Egerwassers an Schwefelwasserstoff ist bald mehr oder weniger bedeutend, und sehr oft kann man keine Spur darin entdecken. Es hängt diefs davon ab, ob das kohlensäurehaltige Wasser längere oder kürzere Zeit, oder gar nicht mit den gebildeten Schwefelverbindungen in Berührung kommt. Aber immer ist die Menge des Schwefelwasserstoffs darin so gering, dafs man dasselbe nicht durch den Geruch an der Quelle selbst spüren kann, sondern nur beim Oeffnen der versandten Krüge. Nur an dem Orte, wo das Mineralwasser, mit dem Torfschlamm gemengt, zum Baden angewandt wird, giebt sich der Schwefelwasserstoff im entweichenden Kohlensäuregas durch eine sehr schwache Bräunung der Thüren und Fensterrahmen im Badehause zu erkennen, welche mit Bleiweifsfarbe angestrichen sind.

Der Gehalt an Schwefelwasserstoff im Mineralwasser von Eger erklärt sich auf eine so ungezwungene natürliche Weise, dafs wohl Niemand sie der Füllung des Wassers in Krüge zuschreiben wird, welche auf eine so zweckmäfsige, umsichtige und gewissenhafte Weise durch Hrn. Hecht (dem Pächter der Mineralquellen von Franzensbrunnen) geschieht, dafs seine Methode gewifs nichts zu wünschen übrig läfst. H. Rose.

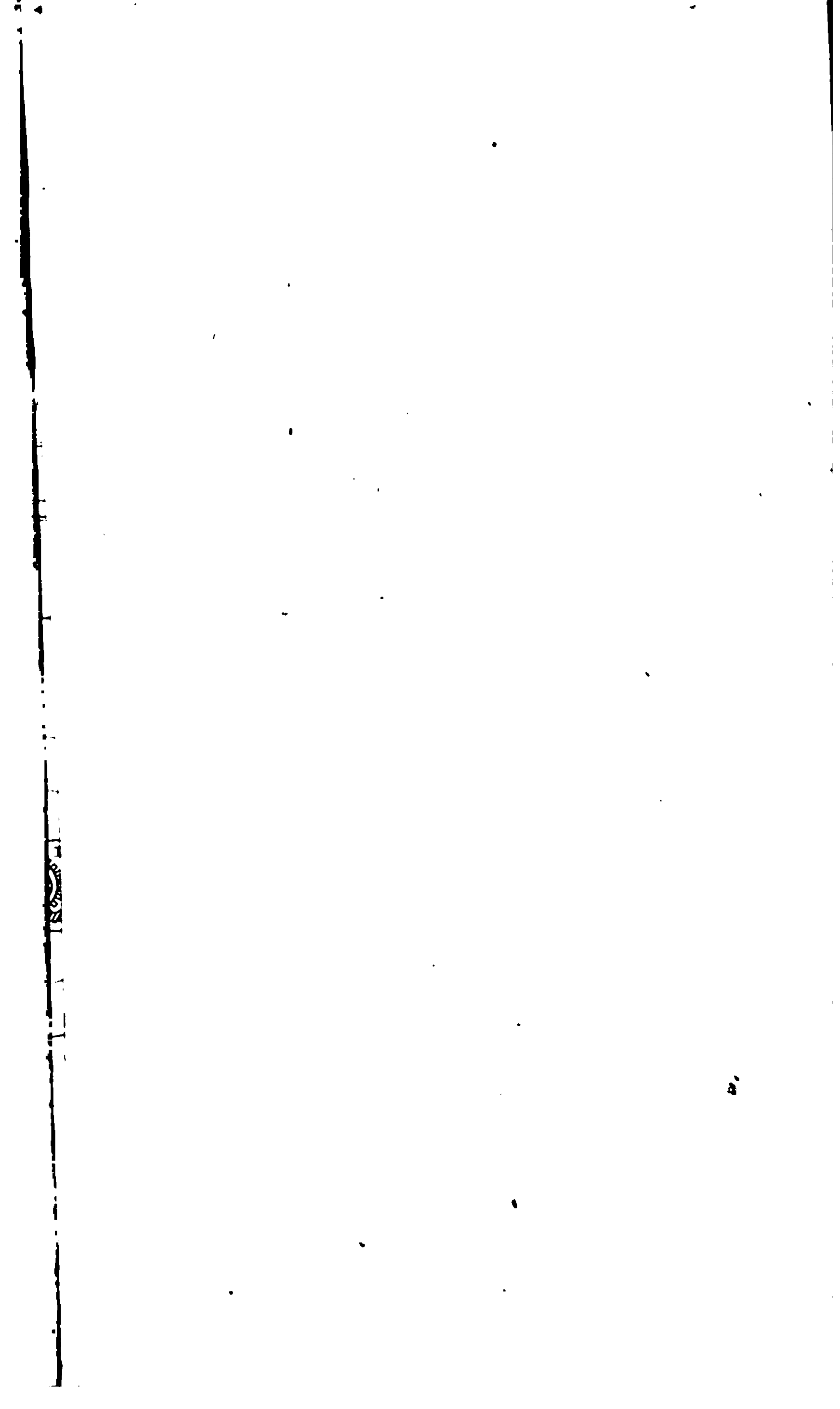
Berichtigungen.

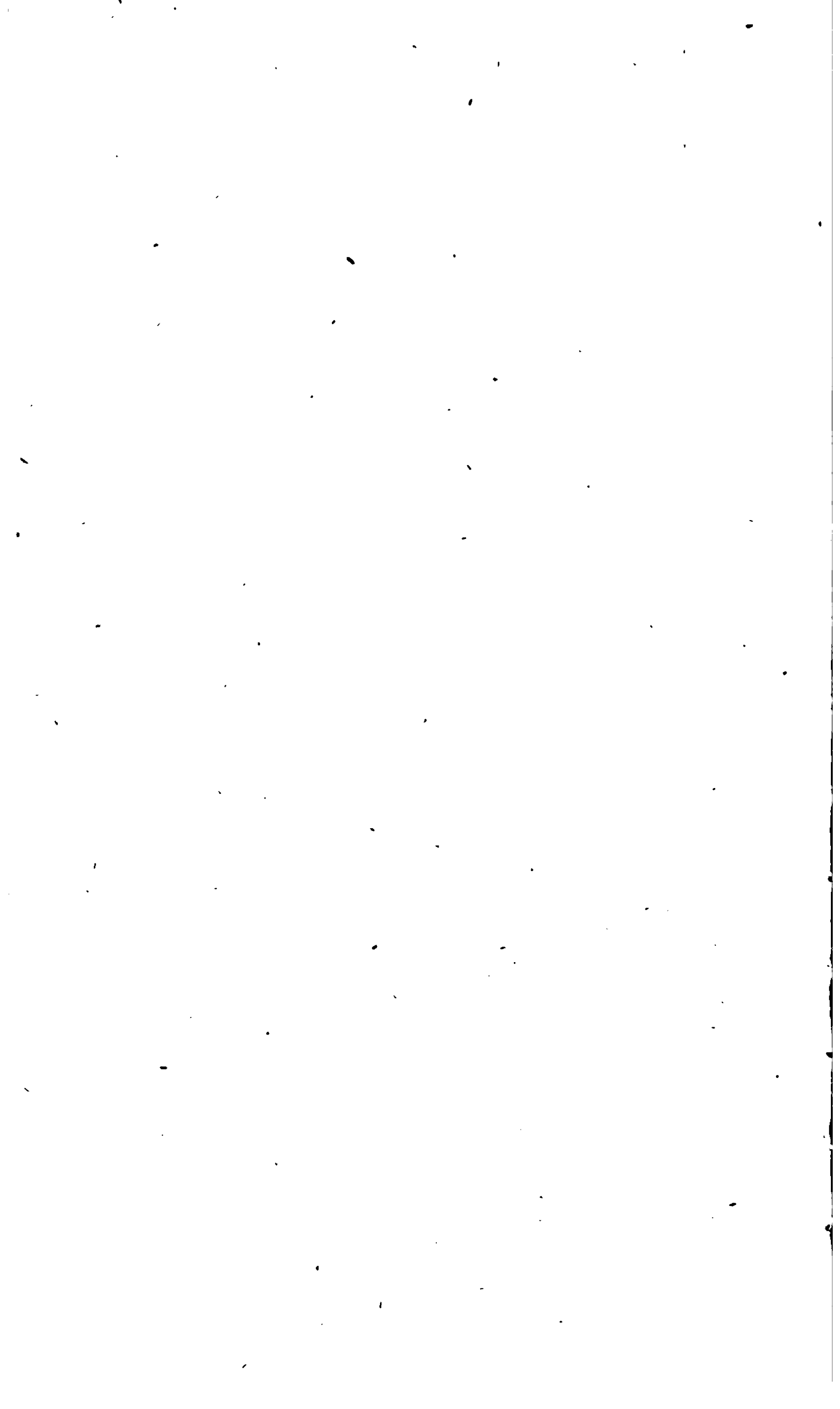
Zum Aufsatz von Munck af Rosenschöld.

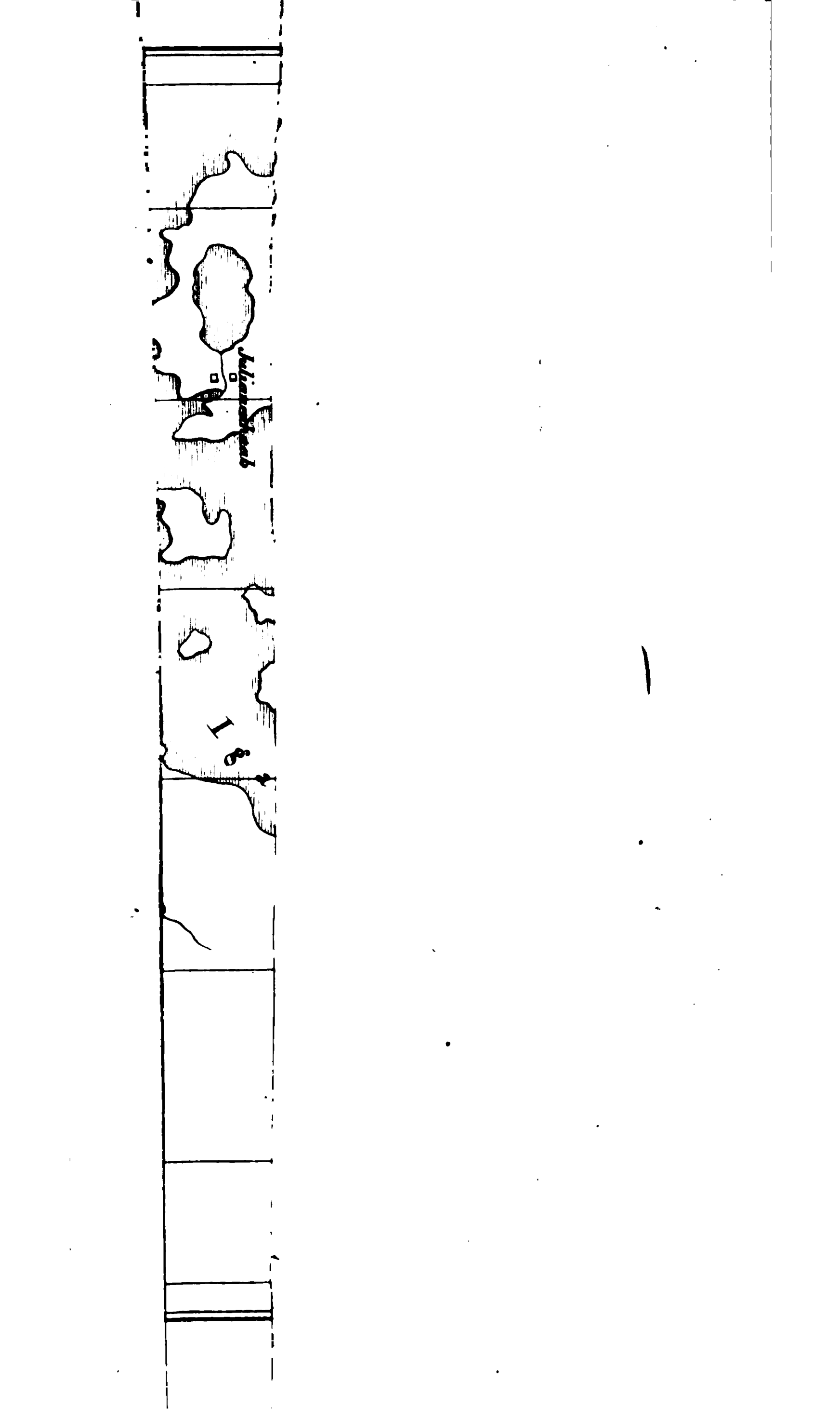
Seite 195 Zeile 7 von oben statt ebenen lies oberen
— 200 Z. 8 v. o. st. Platten l. Plattenpaar
— 209 Z. 11 v. o. st. Leiten l. Zeichen
— 210 Z. 21 v. o. st. nun l. nur
— 213 Z. 2, 3 u. 4 v. u. st. w (womit später der *Uebergangswiderstand* bezeichnet wird) l. ω (was, nach Ohm's Vorgang, immer den *Querschnitt des Leiters* bezeichnet.)
— 219 Z. 3 v. u. st. Leitung l. Ladung
— 219 Z. 2 v. u. st. Conductor l. Condensator
— 225 Z. 4 v. o. st. aber l. oder
— 441 Z. 4 v. u. st. Volta'schen l. Voltaisten
— 455 Z. 6 v. o. st. aber l. daher
— 463 Z. 9 v. o. st. war der l. wurden
— 465 Z. 3 v. u. st. Wassergas l. Wasserstoffgas
— 480 Z. 7 v. u. st. x l. x'
— 484 Z. 7 v. u. st. w l. ω
— 485 Z. 6 v. u. st. w l. ω.

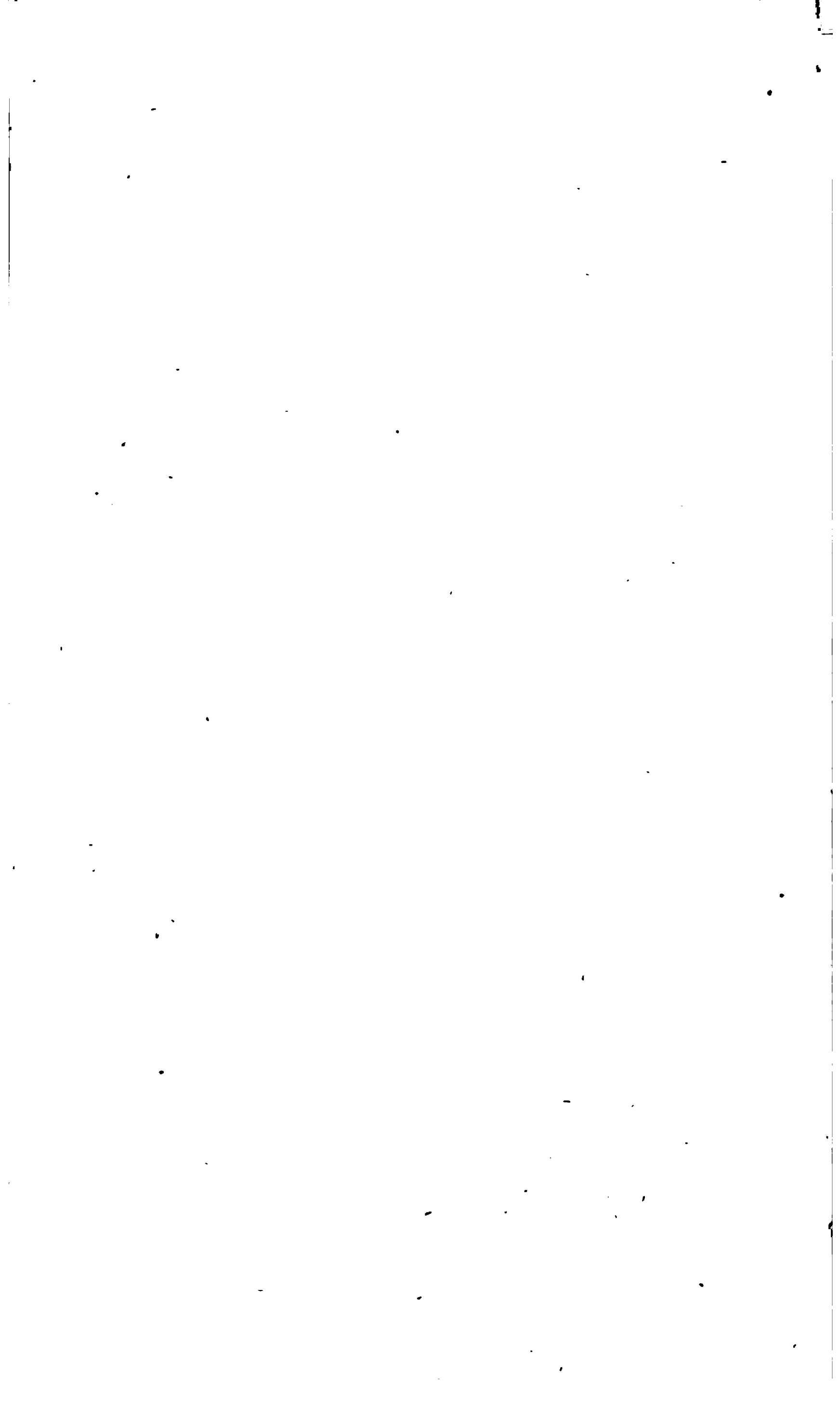
Zum Aufsatz von Naumann.

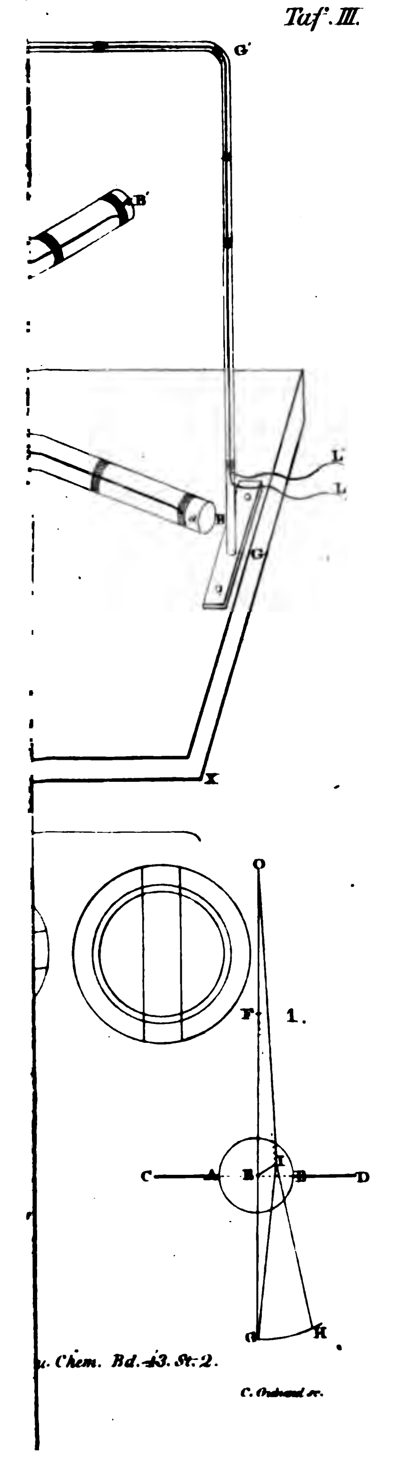
Seite 245 in der Formel (2) st. $\frac{y}{\alpha a a'}$ l. $\frac{x}{\mu a a'}$
— 245 Z. 11 v. u. st. Zonen l. Zone
— 247 in der vierten Formel st. $\frac{c''}{z}$ l. $\frac{z}{c''}$
— 247 Z. 11 v. u. st. Zone l. Zonen
— 247 im dritten Gliede der 6ten Formel st. b' l. b
— 247 Z. 8 v. u. st. dem ... Axensysteme l. den ... Axensystemen.



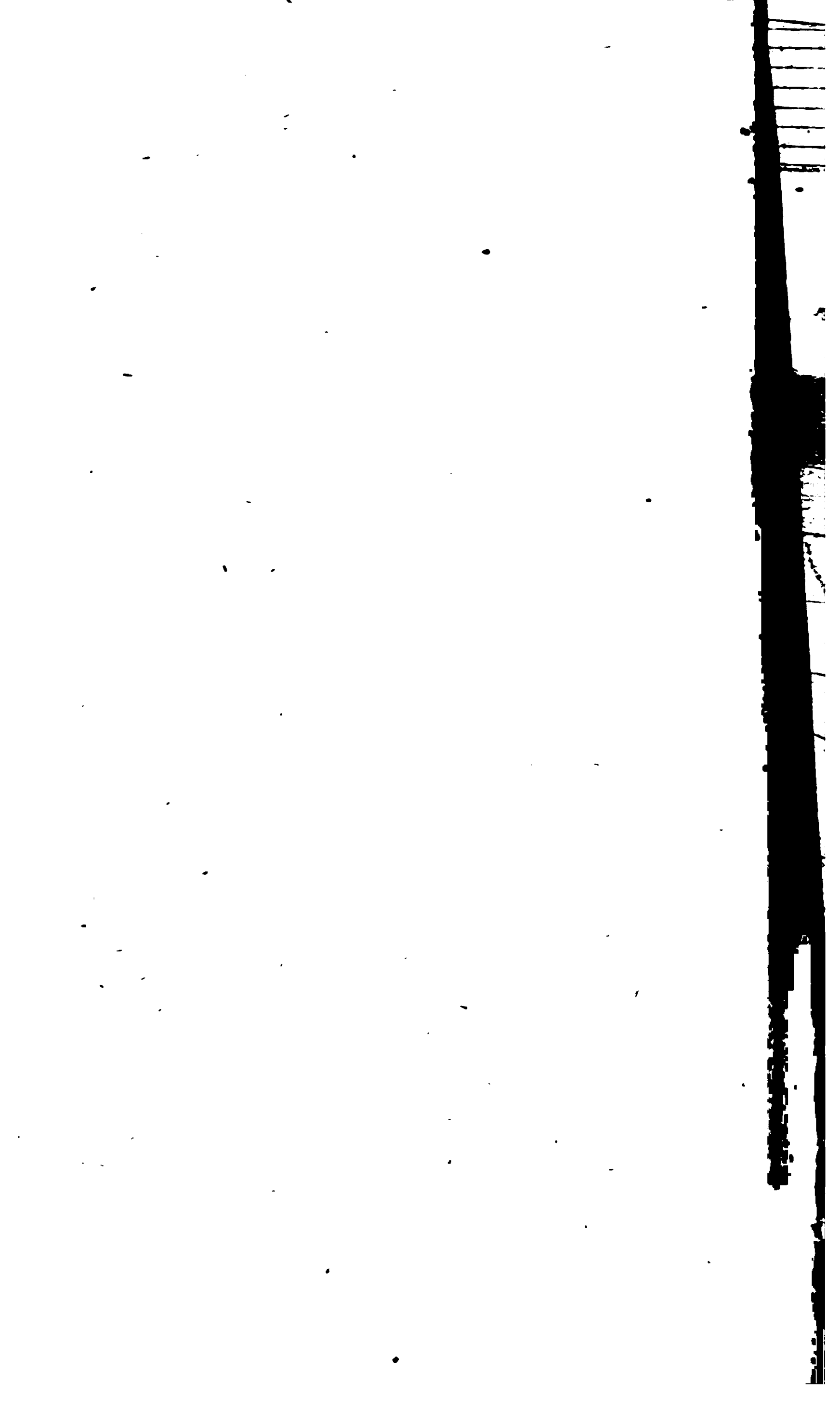


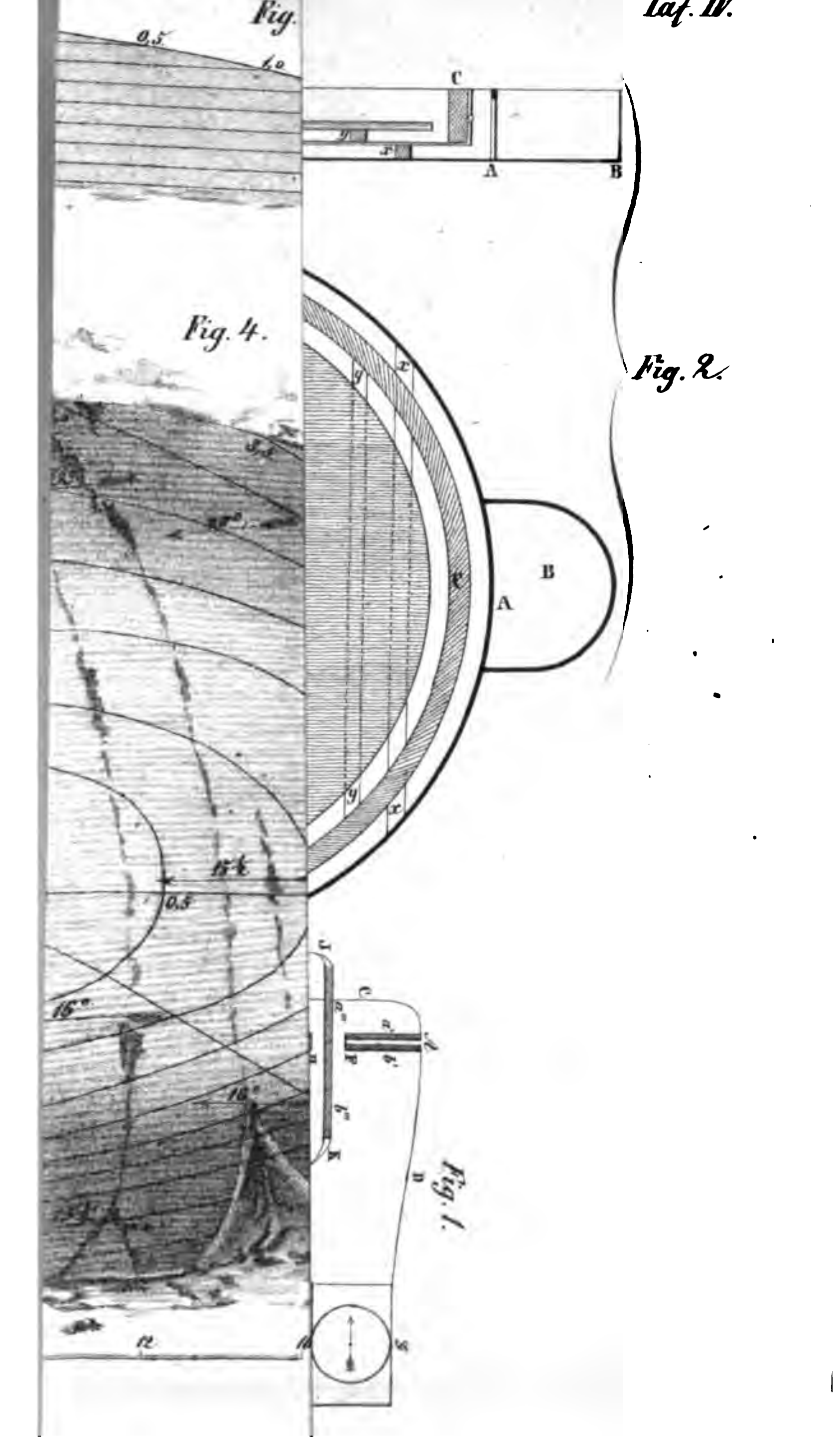


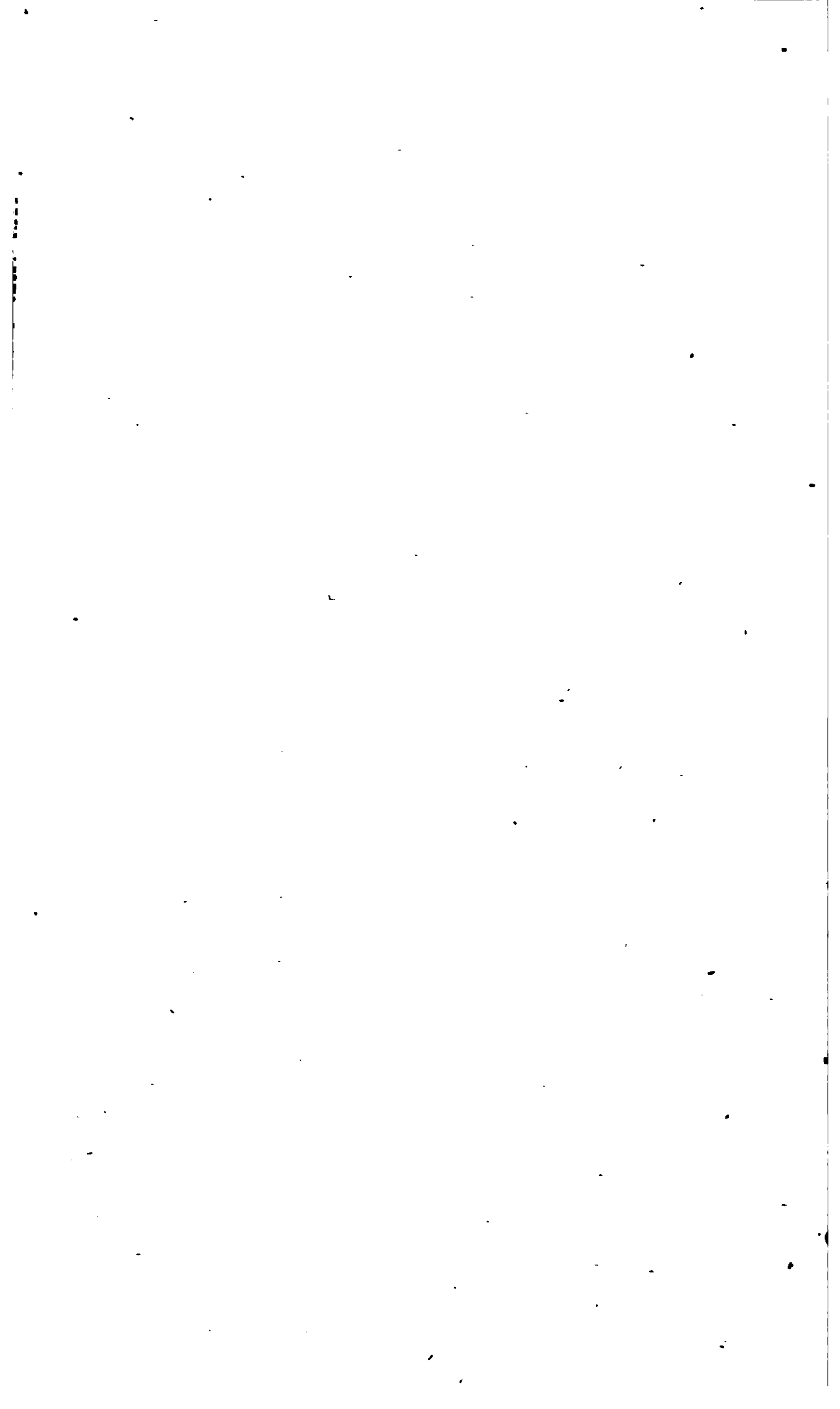


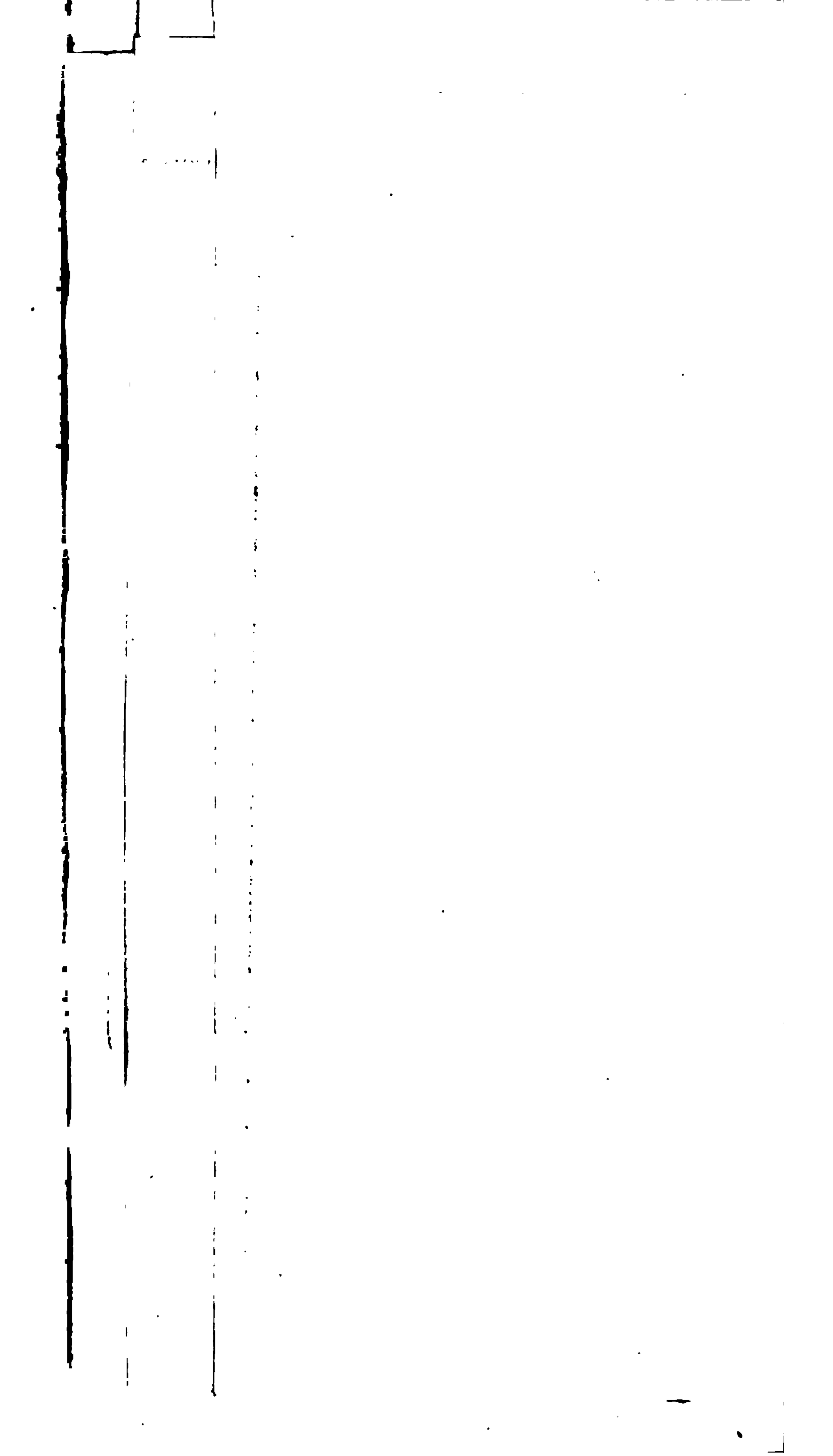


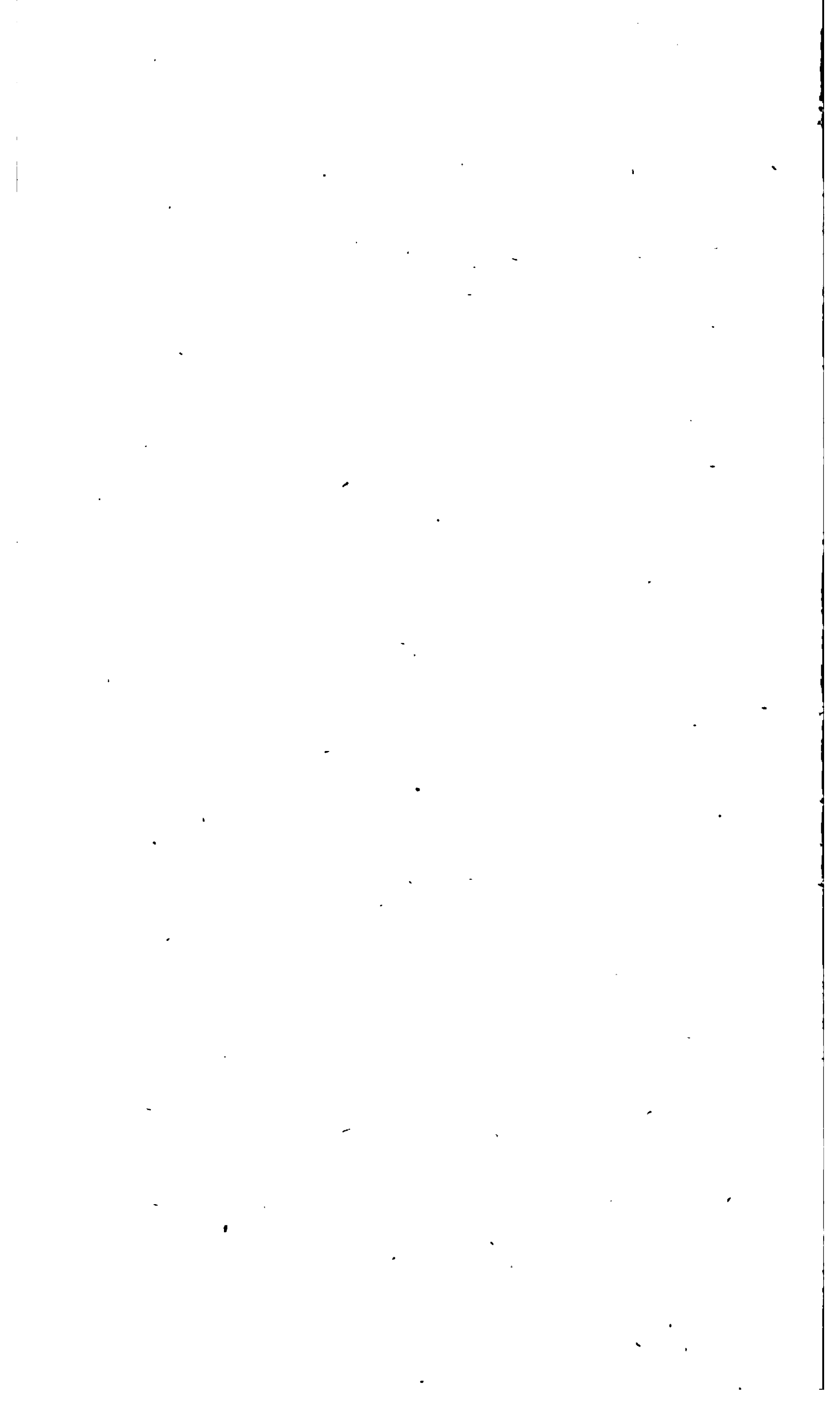
C. Ondrand sc.

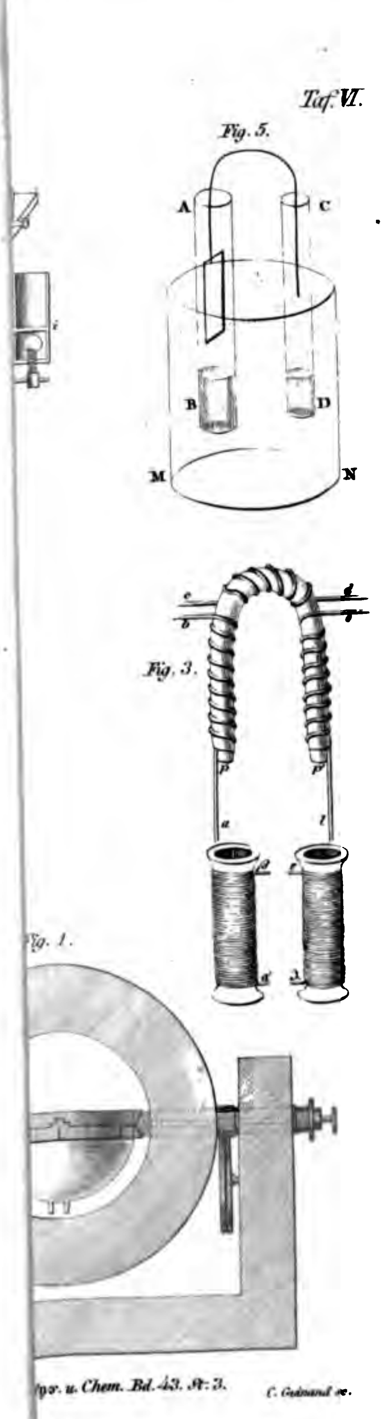



Taf. IV.
Fig.
Fig. 4.
Fig. 2.
Fig. 1.
C
A
B
x
y
0.5
1.0
15.4
16°
12
11








Taf. VI.
Fig. 5.
A
C
B
D
M
N
c
d
b
Fig. 3.
p
p'
a
l
Fig. 1.
i
...pr. u. Chem. Bd. 43. St. 3.
C. Guinand sc.

